







CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE

DE FRANCE

(Reconnue d'Utilité Publique)





PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

28, Rue Serpente (Hôtel des Sociétés Savantes)

1900-1906





TABLE DES MATIÈRES

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE D'AUTEURS





CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Séance du 10 Avril 1900.

L'HÉMATOZOAIRE DU PALUDISME

PAR

M. NEVEU-LEMAIRE

Préparateur au laboratoire de Parasitologie de la Faculté de Médecine de Paris.

Le paludisme ou impaludisme est une maladie connue depuis la plus haute antiquité. On l'a aussi désignée sous les noms de *fièvre intermittente*, à cause de l'un de ses principaux caractères cliniques, de *fièvre à quinquina*, à cause de l'efficacité de ce médicament, de *fièvre palustre*, *des marais*, *tellurique*, de *fièvre malariale* ou simplement de *malaria*, suivant que l'on a incriminé comme cause de la maladie l'eau stagnante, le sol ou l'air. De toutes les maladies infectieuses, c'est celle qui occupe le plus vaste domaine. On la rencontre dans les cinq parties du monde, tantôt sous forme endémique, tantôt sous forme épidémique et sa virulence augmente à mesure que l'on se rapproche des contrées tropicales. Les exemples de ses ravages ne sont que trop nombreux, ainsi que l'attestent les pertes considérables éprouvées par nos soldats en Algérie, en Crimée, en Italie, en Chine, en Cochinchine, au Mexique, au Tonkin. « Ils ne mouraient pas tous, mais tous étaient frappés » et combien rares sont les Européens qui reviennent de ces régions sans avoir été plus ou moins éprouvés par « les fièvres ».

I. — PATHOLOGIE.

Sans insister sur la pathologie de cette affection, il est nécessaire d'en donner une idée pour faciliter l'explication de certains phéno-

mènes dont nous aurons à parler dans la suite de cet entretien, qui sera avant tout zoologique.

Le paludisme est une maladie infectieuse, spécifique, à formes diverses, mais toujours causée par la pullulation dans le sang d'un Protozoaire parasite et dont les symptômes variés cèdent devant une même médication spécifique, la médication quinique. En s'attachant uniquement à la parasitologie, on pourrait donner la définition suivante : « le paludisme est fonction de l'Hématozoaire de Laveran.» L'un des principaux symptômes de la maladie est la fièvre. Celle-ci est tantôt *continue*, tantôt *rémittente*, c'est-à-dire continue, mais avec des paroxysmes plus ou moins accentués, tantôt, et le plus souvent, *intermittente*. Dans ce dernier cas, elle est caractérisée par une série d'accès se présentant toujours avec le même aspect et revenant à intervalles plus ou moins réguliers. Quand l'accès revient tous les jours, on a la *fièvre quotidienne* (fig. 1, A),

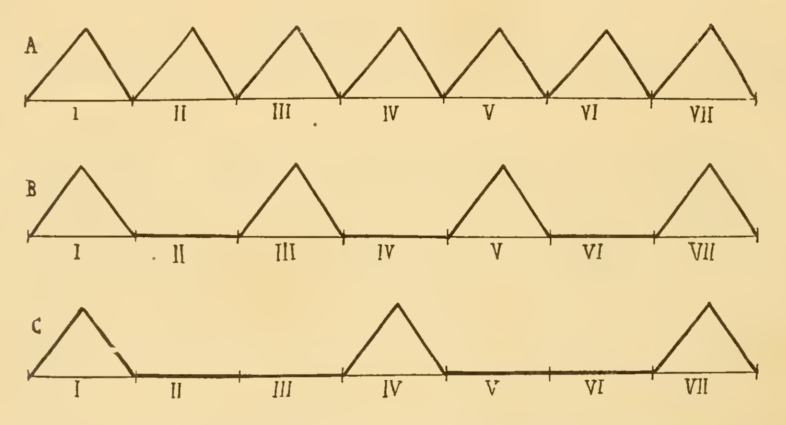


Fig. 1, — A, courbe de la température dans la fièvre quotidienne ; B, dans la fièvre tierce ; C, dans la fièvre quarte. I, II, III, IV, etc..., indiquent le 1er, 2e, 3e, 4e jour, etc.

quand il revient tous les deux jours, la *fièvre tierce* (fig. 1, B), quand il revient tous les trois jours, la *fièvre quarte* (fig. 1, C). Mais pourquoi appeler fièvre *tierce*, celle qui revient tous les *deux* jours et fièvre *quarte* celle qui revient tous les *trois* jours ? Les courbes ci-jointes peuvent expliquer la bizarrerie de ces dénominations. Dans la fièvre tierce, en effet, l'accès s'étant produit le premier jour se reproduit ensuite le *troisième*, en d'autres termes on compte le jour où a eu lieu le premier accès. Il en est de même pour la fièvre quarte, où le second accès se produit le *quatrième* jour. Ces dénominations

bien qu'étranges, doivent être conservées, car elles sont employées depuis les temps les plus reculés. « *Quartana te teneat* » disaient les Romains, et c'était une de leurs imprécations favorites, la fièvre quarte étant réputée plus tenace que les autres formes.

Dans certains cas, on a des *fièvres doublées*, telles que la *double tierce*, la *double quarte*, formes sur lesquelles nous aurons plus loin à revenir. Enfin il existe des fièvres intermittentes *irrégulières*, auxquelles on donne aujourd'hui le nom de *fièvres æstivo-autumnales*, à cause des saisons pendant lesquelles elles sont le plus fréquentes. Quant à l'accès, il se produit généralement de la même manière et présente les trois stades suivants :

1° Un stade de frisson ;

2° Un stade de chaleur ;

3° Un stade de sueur.

La température peut s'élever jusqu'à 40° et plus, puis la fièvre disparaît et tout rentre dans l'ordre jusqu'à l'arrivée d'un nouvel accès.

Il peut se faire qu'à la suite d'une influence quelconque, l'accès se produise ou plus tôt ou plus tard ; la fièvre est alors dite *anticipée* ou *retardée*. Quand la fièvre palustre apporte dans l'organisme une perturbation profonde, et qu'elle évolue très rapidement, amenant la mort en quelques jours ou en quelques heures, on a la *fièvre pernicieuse* ; quand, au contraire, les symptômes sont très atténués, on a la *fièvre larvée*. Ajoutons que le paludisme a aussi une forme *chronique*, que l'on rencontre chez les malades ayant supporté de nombreuses attaques et pendant longtemps, il produit alors des troubles organiques constants tels que la tuméfaction du foie et de la rate, qui peut même se rompre spontanément ou sous l'influence du moindre effort ; la pigmentation de ces organes, ainsi que celle des reins, des poumons, du cerveau ; enfin l'anémie et la cachexie palustre. En résumé, on distingue trois périodes dans le paludisme chronique : 1° La période des accès causés par le parasite ; 2° la période d'engorgement des organes, spécialement du foie et de la rate ; 3° la période cachectique.

II. — PARASITOLOGIE,

HISTORIQUE. — De tous temps, on a recherché la cause de cette maladie si répandue, et, bien que les idées les plus diverses aient été émises à ce sujet, la plupart des auteurs ont pensé qu'il s'agissait d'une affection parasitaire. C'est ainsi que pour VARRON, VITRUVE, COLUMELLE et PALLADIUS, l'affection était causée par de petits Insectes;

pour LANCISI et RASORI, c'étaient de petits animalcules, les *Serafici*, qui étaient engendrés par la putréfaction des marécages. VIREY accusait les Infusoires et BOUDIN la Flouve des marais, *Chara vulgaris*, d'autres les spores répandues dans les localités marécageuses. Après les découvertes de Pasteur, les recherches prirent une direction nouvelle, et BALESTRA décrivit la *Cladophora*, LANZI et TERRIGI la *Monicilia penicillata*, ECKLUND la *Lymnophysalis hyalina*, STAFFORT et BARTLET l'*Hydrogastum granulatum*. En 1879, KLEBS et TOMMASI CRUDELI décrivirent un Bacille : *Bacillus malariæ*, qui jouit alors d'une grande réputation. Adopté par de nombreux auteurs, en particulier par MARCHIAFAVA et PERRONCITO, il ne tarda pas à soulever de très vives contestations, et l'on démontra bientôt que ce soi-disant Bacille spécifique n'existait pas dans tous les cas de fièvre palustre et se rencontrait chez beaucoup d'individus sains. La question en était là quand, le 6 novembre 1880, M. LAVERAN, faisant à l'Hôpital militaire de Constantine des recherches sur la formation du pigment dans le sang des paludiques, découvrit l'Hématozoaire, qui porte aujourd'hui son nom. Cette découverte, loin de faire sensation, resta longtemps oubliée ou ignorée, et ce n'est qu'en 1883 que l'Hématozoaire fut universellement reconnu comme étant la cause du paludisme.

Sous quel aspect se présente le parasite ? LAVERAN avait décrit quatre formes :

1° La première forme se présente comme un petit corps amiboïde, transparent, de 1 à 15 μ de diamètre. Les plus petits, accolés au globule selon les uns, intraglobulaires selon les autres, sont toujours dépourvus de pigment. Les plus gros, généralement libres dans le sang, renferment de petits grains pigmentaires plus ou moins mobiles à l'intérieur de la masse protoplasmique. Les uns et les autres ont été appelés *corps sphériques* (fig. 2, A et B).

2° La seconde forme ressemble à un corps sphérique, d'où partiraient quelques filaments très grêles, un peu renflés à leur extrémité libre et doués de mouvements très actifs, capables de déplacer dans le plasma les globules rouges les plus rapprochés. Ces flagelles ou flagella se détachent au bout d'un certain temps et s'agitent libres dans le sang. Les *corps flagellés* (fig. 2, C) sont plus rares que les corps sphériques et, de plus, on ne les observe jamais dans le sang qui vient d'être retiré des vaisseaux, mais seulement quelques minutes plus tard. Pour les uns, c'était une phase de dégénérescence du parasite, pour les autres, les flagella mis en liberté devaient vivre hors de l'Homme et servir à la dissémination de l'Hématozoaire

dans le monde extérieur. Aujourd'hui, tout le monde est d'accord sur leur véritable rôle, que nous étudierons plus loin.

3° La troisième forme est tout à fait caractéristique, c'est une petite masse transparente à contours bien nets, ayant la forme d'un

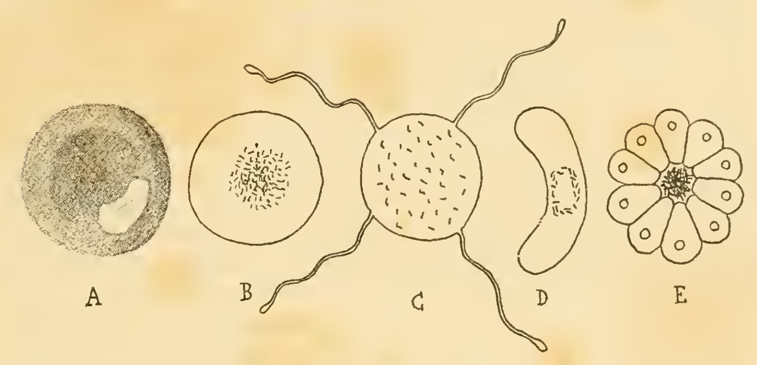


Fig. 2. — Formes de l'Hématozoaire décrites par Laveran. A et B, corps amiboïde et sphérique ; C, corps flagellé ; D, corps en croissant ; E, corps en rosace.

croissant, avec quelques grains de pigment répandus tantôt au centre, tantôt en forme d'anneau, tantôt dans toute la masse de l'organisme. Ces *corps en croissant* (fig. 2, D) ont été d'abord regardés comme une forme enkystée de l'Hématozoaire.

4° La dernière forme est un corps sphérique présentant une segmentation régulière, avec une masse pigmentaire au centre. Le nombre des segments varie de 6 à 20, qui se séparent bientôt pour donner de petits corps sphériques libres. Avant leur séparation, ils forment une petite masse ressemblant à une rosace, à une marguerite ou à une mûre, d'où leur nom de *corps en rosace* (fig. 2, E). Ils ont toujours été considérés comme représentant un mode de multiplication du parasite.

Tels sont les quatre types décrits par Laveran. On lui avait d'abord objecté que les globules du sang altérés, ou même certains globules blancs, pouvaient être une cause d'erreur et simuler ces parasites, mais, par une étude approfondie et une description détaillée des transformations que peuvent subir les globules sous différentes influences, il fit tomber à jamais cette objection et posa ces deux principes, appuyés sur de nombreuses expériences :

1° l'Hématozoaire existe chez tous les individus atteints de paludisme ;

2° on ne le rencontre jamais chez les individus qui en sont indemnes.

Classification. — Laveran avait d'abord donné au parasite le nom d'*Oscillaria malariae*, croyant qu'il s'agissait d'un organisme végétal. Il reconnut plus tard que c'était un Protozoaire. Celui-ci avait été appelé dès 1884, par Marchiafava et Celli, *Plasmodium malariae*, nom qui doit lui être désormais conservé. Tantôt on a rangé le *Plasmodium* parmi les Rhizopodes, tantôt on en a fait une classe à part; aujourd'hui la plupart des auteurs sont d'accord pour le placer dans la classe des *Sporozoaires*, à côté des Coccidies et des Grégarines, et dans l'ordre des *Hémosporidies* avec les parasites englobulaires du sang des Oiseaux, des Reptiles et des Batraciens. Une autre question s'est depuis longtemps posée : L'Hématozoaire du paludisme, sous ses différents aspects, forme-t-il une seule espèce zoologique ou en comprend-il plusieurs? Laveran a toujours prétendu et persiste à croire qu'il s'agit d'une seule et même espèce, pensant que la forme de la fièvre tient plutôt aux dispositions individuelles qu'à une espèce différente de parasite. En France son opinion est généralement admise. En Italie, au contraire, les auteurs, et en particulier Grassi et Feletti, croient à la pluralité des espèces et en distinguent même deux genres comprenant cinq espèces, qui sont les suivantes :

Hæmamœba malariae,	parasite de la fièvre quarte, double ou triple.
H. vivax,	parasite de la fièvre tierce, simple ou double.
H. præcox,	parasite des fièvres pernicieuses, quotidiennes, continues et subcontinues.
H. immaculata, *Laveriana malariae*,	parasites des fièvres irrégulières et quotidiennes.

Mannaberg en Autriche et P. Manson en Angleterre, ont admis également cinq espèces, mais des recherches plus récentes ont conduit le major Ronald Ross, lecturer à l'École de médecine tropicale de Liverpool, Grassi, Bignami et Bastianelli, de l'Université de Rome, à réduire à trois le nombre des espèces, mais ces auteurs font également un genre à part du parasite de la fièvre æstivo-autumnale.

Voici la classification adoptée par Ross :

Famille des *Hæmamœbidae* :

I. Genre *Hæmamœba*:
- *H. malariae* Grassi et Feletti (fièvre quarte).
- *H. vivax* Grassi et Feletti (fièvre tierce).

I. Genre *Hæmamœba :* (Suite)	Rentrent également dans ce genre :	
	H. Danilevskii Grassi et Feletti. (Syn. *Halteridium Danilewski* Labbé).	Parasite du Pigeon
	H. relicta Grassi et Feletti. (Syn. *Proteosoma Grassii* Labbé).	Parasite du Moineau

II. Genre *Hæmomenas : H. præcox* Grassi et Feletti (Parasite de la fièvre æstivo-autumnale).

J'indiquerai dans un instant les caractères différentiels de chacun de ces parasites, mais auparavant, tenant compte des règles de la nomenclature adoptées au Congrès international de Moscou, il convient de remplacer *Hæmamœba* par *Plasmodium*, qui est plus ancien, et *Hæmomenas* par *Laverania*, nom donné antérieurement par Grassi et Feletti pour désigner le parasite des fièvres irrégulières ou æstivo-autumnales.

Nous allons donc décrire les trois espèces :

Plasmodium malariae (Laveran 1881).
Plasmodium vivax (Grassi et Feletti 1890).
Laverania præcox (Grassi et Feletti 1890).

Car c'est, je crois, à ce nombre d'espèces, dont une appartient à un genre différent, qu'il faut s'en tenir. Elles diffèrent aussi bien au point de vue des caractères zoologiques qu'au point de vue des symptômes cliniques qu'elles déterminent.

Technique.

Avant de les décrire, je donnerai quelques indications sur la manière de trouver les parasites dans le sang et de les examiner, vivants ou fixés. On devra recueillir le sang de préférence un peu avant l'accès et chez un malade qui n'a pas encore pris de quinine.

1° *Examen du sang frais :* Pour examiner le sang frais, après avoir lavé le doigt du malade, on fait à la pulpe une légère piqûre avec une aiguille ou une lancette préalablement flambée. On presse légèrement, afin de faire sortir une goutte de sang. On met une lamelle très propre en contact avec la gouttelette, et on la place ensuite sur une lame également bien nettoyée, afin d'éviter les causes d'erreur, qui pourraient résulter des poussières de l'atmosphère. Le sang se répand immédiatement en une couche très mince, sans qu'il soit nécessaire d'exercer aucune pression sur la lamelle, et on l'examine séance tenante avec un objectif à immersion, après avoir déposé une goutte d'huile de cèdre sur la préparation. De

cette façon, on peut voir les parasites vivants et étudier leurs mouvements amiboïdes.

2° *Coloration :* Si l'on veut conserver les préparations, il faudra d'abord les fixer, puis les colorer. Dans ce cas, on recueille la goutte de sang, non plus sur la lamelle, mais à l'une des extrémités d'une lame de verre préalablement chauffée, et on l'étale rapidement sur toute sa longueur avec une lamelle ou une simple feuille de papier à cigarettes. On obtient ainsi une couche de sang très mince qu'on laisse sécher. La fixation se fait en passant la préparation deux ou trois fois dans la flamme d'une lampe à alcool, ou mieux en la plongeant pendant quelques minutes dans un mélange à parties égales d'alcool absolu et d'éther.

Les colorants qui peuvent être employés sont la fuchsine ou l'hématéine, mais ceux-ci ont l'inconvénient de colorer uniformément tous les éléments. Aussi a-t-on recours à la double coloration par l'éosine et le bleu de méthylène. On a ainsi une préparation où les globules rouges sont colorés en rose par l'éosine et où les Hématozoaires et les globules blancs sont colorés en bleu par le bleu de méthylène. On distingue toujours très facilement les globules blancs des parasites à leur gros noyau de forme très irrégulière et qui se colore beaucoup plus que le reste du globule. Rien de semblable chez l'Hématozoaire, dont la coloration est uniformément bleu clair. Si l'on veut étudier la structure intime du micro-organisme, le procédé de choix consiste à faire un mélange à parties égales d'éosine et de bleu de méthylène et d'y laisser les préparations pendant vingt-quatre heures. On peut ainsi mettre en évidence le noyau de l'Hématozoaire. Les préparations colorées, il suffit de les laver, de les sécher et de les conserver ainsi ou montées dans le baume.

Description des trois espèces d'Hématozoaires. — 1° *Plasmodium malariae* (Laveran, 1881), (Pl. I, 1).

A l'état jeune, ce parasite se présente sous la forme d'un petit corps transparent, amiboïde, mais doué de mouvements très lents, et situé à l'intérieur d'un globule rouge. Cet organisme s'accroît bientôt et renferme quelques grains de pigment provenant de l'hémoglobine du globule. Celui-ci est envahi complètement, en même temps que le pigment devient de plus en plus abondant dans le corps sphérique, qui finit par être libre dans le sang. Ce corps sphérique est toujours plus petit qu'un globule normal. Le globule parasité est également de diamètre beaucoup moindre que le globule sain, mais sa coloration reste la même. Les grains de pigment

du *Plasmodium malariae* sont sensiblement plus gros et beaucoup moins mobiles que ceux du *Plasmodium vivax*. A l'époque de la sporulation, le corps sphérique se segmente et devient corps en rosace. Celui-ci a tout à fait la forme d'une marguerite et les spores sont en petit nombre. On en compte généralement de 6 à 12. Le parasite, pour passer de la forme jeune à la forme sporulée, met soixante-douze heures. Comme, d'autre part, c'est au moment de la sporulation qu'a lieu l'accès, il produira la fièvre quarte. Cette sporulation a lieu dans le sang périphérique. Les corps flagellés ne présentent rien de caractéristique et proviennent d'un corps sphérique, qu'il est impossible de distinguer de celui qui donne le corps en rosace.

2° *Plasmodium vivax* (GRASSI et FELETTI, 1890), (Pl. I, 2).

Au début, endoglobulaire transparent et amiboïde, il ressemble beaucoup à l'organisme précédent, mais ses mouvements sont beaucoup plus accentués. Comme lui, il se charge de pigment à mesure qu'il grossit, envahit tout le globule et devient corps sphérique libre. Mais des différences notables peuvent s'observer. Le corps sphérique est toujours plus gros qu'un globule rouge normal. Le globule parasité augmente considérablement de volume et sa coloration devient de plus en plus pâle. Les grains de pigment sont plus fins que chez le *Plasmodium malariae*, et sont doués de mouvements beaucoup plus actifs. Au moment de la sporulation, le corps en rosace a plutôt la forme d'une mûre que celle d'une marguerite, et les spores sont assez nombreuses. Leur nombre varie de 15 à 20. Pour évoluer complètement, c'est-à-dire pour sporuler, le parasite met seulement quarante-huit heures et produit par conséquent la fièvre tierce. Comme dans l'espèce précédente, la sporulation a lieu dans le sang périphérique. Les corps flagellés, plus grands que dans la forme précédente, ne présentent aucune particularité et l'on ne peut pas davantage distinguer ceux des corps sphériques qui leur donneront naissance.

A quelque espèce qu'ils appartiennent, les corps sphériques, au lieu de continuer à évoluer, peuvent se remplir de nombreuses vacuoles. Cette vacuolisation semble être un stade de dégénérescence du parasite.

3° *Laverania præcox* (GRASSI et FELETTI, 1890) (Pl. I, 3). — Ce parasite est beaucoup plus facile à distinguer. Il revêt en effet une forme inconnue chez les deux espèces précédentes et caractéristique de ce genre : la forme en croissant. Jeune, il ressemble assez aux autres, mais ses mouvements amiboïdes étant très actifs, il en



résulte que le parasite peut revêtir les formes les plus variées : forme en croix, forme annulaire, etc. Ces formes jeunes sont toujours dépourvues de pigment, ce n'est qu'à un stade un peu plus avancé que l'on aperçoit quelques grains fins et peu mobiles.

Quand on rencontre dans le même globule deux parasites, ce qui est assez fréquent chez cette espèce, on peut assister à une véritable conjugaison d'où résulte un seul parasite qui continue à s'accroître.

Ici, la dimension du globule rouge parasité est des plus variable, tantôt il ne change pas, tantôt il est augmenté, tantôt diminué de volume. Sa coloration est également très variable, tantôt il est très pâle, tantôt il est aussi foncé que le globule sain. Les corps sphériques, qui donneront les corps en rosace, présentent cette particularité, que le pigment est ramassé au centre en une masse unique. Les corps en rosace n'ont pas une forme bien définie, et le nombre des spores est très variable. De plus la sporulation n'a jamais lieu dans le sang périphérique, autre caractère générique important, mais dans les organes. L'évolution complète du parasite jusqu'à la sporulation peut avoir lieu en 24 heures, mais souvent aussi en beaucoup plus de temps, la durée d'évolution n'étant pas aussi régulière que dans les types précédents. C'est le parasite de la fièvre irrégulière ou æstivo-autumnale. Arrivons à la forme caractéristique, aux corps en croissants. Ceux-ci ont tout à fait la forme que leur nom indique : ils sont transparents et pigmentés, la situation des grains de pigment étant très variable, comme nous l'avons indiqué plus haut. En outre, dans la concavité du croissant on remarque une petite masse pâle, limitée par un contour circulaire très net et qui n'est autre qu'un résidu de globule rouge, presque complètement absorbé par le parasite. Nous verrons tout à l'heure le rôle important que jouent ces formes dans la reproduction de l'Hématozoaire, disons seulement maintenant qu'elles se transforment en corps ovoïdes, auxquels sont souvent accolés aussi un reste de globule, puis en corps sphériques qui donneront ou non des flagella. Les corps flagellés ne peuvent guère être distingués de ceux des espèces précédentes, mais ils ne dérivent jamais des corps sphériques avec pigment réuni en une masse centrale, tels que ceux que nous avons décrits plus haut, mais toujours des corps sphériques à grains de pigment, plus ou moins espacés, et provenant de la transformation d'un corps en croissant.

Phagocytose. — Il est bon d'ajouter que les parasites libres dans le sang, quelle que soit leur forme, peuvent être détruits par les

globules blancs, qui sont souvent en nombre considérable dans le sang des paludiques.

Role pathogène des Hématozoaires. — Voyons maintenant l'action de ces différents parasites sur leur hôte, et rappelons que l'accès de fièvre se produit au moment de la formation des corps en rosace, c'est-à-dire au moment de la sporulation. Suivant que le parasite met plus ou moins longtemps à évoluer, nous aurons donc les différents types de fièvre. Le *Plasmodium vivax*, qui évolue en quarante-huit heures, donnera la fièvre tierce ; le *Plasmodium malariae*, évoluant en soixante-douze heures, produira la fièvre quarte, et le *Laverania præcox*, évoluant irrégulièrement, donnera les fièvres irrégulières ou æstivo-autumnales. Mais il arrive souvent qu'on

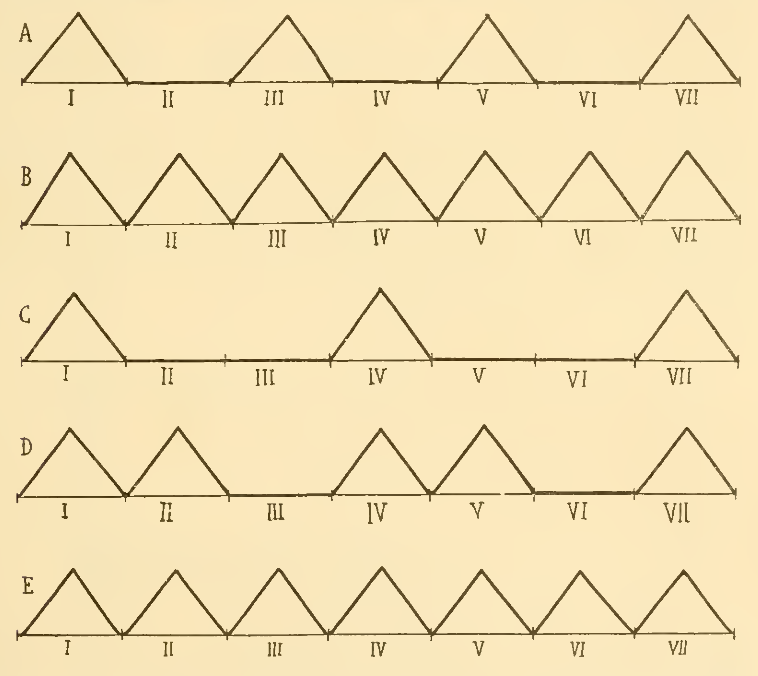


Fig. 3. — A, courbe de la température dans la fièvre tierce ; B, dans la double tierce ; C, dans la fièvre quarte ; D, dans la double quarte ; E, dans la triple quarte. I, II, III, IV, etc., indiquent les jours comme dans la fig. 1.

trouve chez un même malade deux ou même trois espèces de parasites. Il présente alors un type de fièvre assez compliqué et souvent très irrégulier. Il peut aussi se faire qu'un parasite de la même espèce soit inoculé à deux reprises différentes au même malade ;

nous verrons plus loin comment se fait cette inoculation ; et c'est alors que l'on a les fièvres doublées que nous avions signalées au début : la double tierce, la double quarte, la triple quarte, dont nous pouvons immédiatement tracer les différentes courbes (fig. 3).

Expliquons seulement l'une de ces courbes, celle de la double tierce par exemple, les autres se comprendront d'elles-mêmes. Comme nous le verrons tout à l'heure, ce sont les Moustiques qui inoculent le germe à l'Homme. Supposons qu'un premier Moustique A pique un individu. Après une période d'incubation de neuf jours environ, temps nécessaire aux parasites pour devenir assez nombreux dans le sang et déterminer une réaction fébrile, apparaîtra la fièvre, et le parasite, évoluant en quarante-huit heures, le malade aura un accès tous les deux jours, le 9, puis le 11, puis le 13, et ainsi de suite.

Si le lendemain un second Moustique B inocule de nouveau le même individu, après la même période d'incubation, c'est-à-dire le 10e jour apparaîtra un accès, qui viendra s'intercaler entre les accès produits par le premier groupe de parasites. Le second groupe continuant à évoluer en quarante-huit heures, produira donc des accès le 10, le 12, le 14, et l'on aura ainsi une fièvre quotidienne produite par deux groupes de parasites de la fièvre tierce *Plasmodium vivax* (fig. 4). On pourrait expliquer de la même manière la double quarte et la triple quarte.

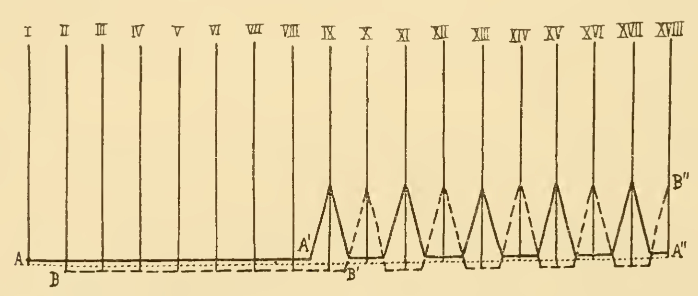


Fig. 4. — Explication de la courbe de la double tierce. A, piqûre d'un premier Moustique et inoculation du parasite ; AA', période d'incubation ; A'A''. courbe de la fièvre produite par le premier groupe de parasites évoluant en 48 heures ; les accès se produisent les jours impairs IX, XI, XIII, etc. ; B, piqûre d'un second Moustique et inoculation d'autres parasites de la même espèce ; B B', période d'incubation ; B' B'', courbe de la fièvre produite par le second groupe de parasites évoluant également en 48 heures ; les accès se produisent les jours pairs X, XII, XIV, etc.

Le tableau ci-contre résume les caractères différentiels des deux genres et des trois espèces d'Hématozoaires que nous venons de décrire.

HÉMATOZOAIRES DU PALUDISME

	1° Les gamétocytes ont la même forme que les sporocytes. 2° Les sporocytes se trouvent dans le sang périphérique. 3° Les gamétocytes sont produits à chaque génération Genre PLASMODIUM		Les gamétocytes ont une forme spéciale (corps en croissant). Les sporocytes ne se trouvent que dans les organes. Les gamétocytes n'apparaissent qu'après que plusieurs générations asexuées ont vécu. Genre LAVERANIA
Mouvements amiboïdes.	Très lents dans les formes jeunes.	Actifs dans les formes jeunes ou d'âge moyen.	Généralement très actifs quand le parasite n'est pas encore pigmenté.
Pigment.	Gros grains peu ou pas mobiles.	Grains fins très mobiles.	Grains fins et peu mobiles.
Globules	Diminués de volume mais conservant leur coloration.	Augmentés de volume et de couleur très pâle.	Dimension et coloration très variables.
Corps sphériques mûrs.	Plus petits qu'un globule normal.	Plus grands qu'un globule normal.	De dimensions variables.
Rosettes ou Sporocytes	En forme de marguerite.	En forme de mûre.	De forme irrégulière.
Spores.	6 à 12.	15 à 20.	En nombre très variable.
Évolution.	72 heures.	48 heures.	24 heures ou irrégulière.
Fièvre.	Quarte simple, double ou triple.	Tierce simple ou double.	Quotidienne irrégulière, ou æstivo-autumnale.
	P. malariae.	*P. vivax.*	*L. præcox.*

Reproduction endogène. — Voyons maintenant comment se reproduisent les Hématozoaires, et disons tout d'abord, qu'à part les quelques différences signalées dans le tableau précédent, les trois espèces se multiplient de la même manière.

Il y a deux modes de reproduction :

1° La reproduction asexuée ou par spores, dans le sang de l'Homme, c'est le mode endogène ;

2° La reproduction sexuée, hors du corps de l'Homme, c'est le mode exogène.

Nous ne nous étendrons pas longtemps sur le premier mode, qui paraîtra très simple, après tout ce qui vient d'être dit.

Le jeune Hématozoaire amiboïde, d'abord endoglobulaire, grossit, se charge de pigment et devient corps sphérique, qui peut continuer son évolution complète dans le globule ou être mis en liberté et évoluer d'ailleurs absolument de la même manière, libre dans le sang. A l'aide de certains réactifs, on parvient à mettre en évidence dans le corps sphérique qu'il convient d'appeler maintenant *sporocyte* un noyau de chromatine. Celui-ci se divise en fragments qui se portent à la périphérie, tandis que le pigment s'amasse au centre. Autour de chacun de ces noyaux, le protoplasma forme de petites masses de plus en plus distinctes pour former le corps en rosace ou le sporocyte mûr. Ces segments protoplasmiques finissent par se séparer, donnant des *spores* nucléées qui sont libres dans le sang. Quand toute l'évolution a eu lieu à l'intérieur du globule, celui-ci se rompt au moment où les spores sont mises en liberté.

Chacune de ces spores arrivée dans un globule sain, y devient un corps amiboïde semblable à celui qui nous a servi de point de départ (Pl. II, A à K).

Étiologie. — Nous savons comment vivent les Hématozoaires dans le sang du paludique, comment ils y évoluent, comment ils s'y multiplient, mais nous ne savons pas encore par quelle voie ils viennent infester un individu sain, et il nous faut pour cela connaître la vie du parasite en dehors de l'organisme humain, dans le monde extérieur ou chez un hôte intermédiaire, en d'autres termes connaître l'étiologie du paludisme.

Les théories émises par les auteurs ont été nombreuses, nous les résumerons rapidement avant d'aborder l'étude des faits indiscutables, qui viennent d'éclairer d'un jour nouveau toute la question du paludisme. Les uns ont accusé l'air de transporter le germe de la maladie, d'où l'origine du mot malaria (*mal'aria*, mauvais air). Laveran et beaucoup d'autres étaient plutôt partisans de l'origine

hydrique de l'infection, et de nombreux faits ont été relevés pour appuyer cette théorie. Sur un vaisseau par exemple, tous les matelots qui avaient bu de l'eau contaminée étaient atteints, à l'exception de tous ceux qui avaient bu de l'eau pure. Le sol a été aussi accusé et quelques auteurs ont même été jusqu'à substituer le mot tellurisme au mot paludisme.

Il y a quelques années, Patrick Manson, dans son ouvrage sur la Filaire du sang de l'Homme, montra que ce parasite était hébergé pendant une partie de sa vie par les Moustiques, et que ces derniers se chargeaient de propager la maladie. Laveran pensa alors qu'il pourrait bien en être de même pour les Hématozoaires du paludisme, et la théorie du Moustique prit naissance. Ce n'est pas que cette idée fut nouvelle, car on lit dans un roman japonais le passage suivant, traduit par la *Lancet* : « Les Japonais affirment que les constantes attaques du Moustique déterminent une sorte de fièvre. Et ceci n'est nullement improbable, étant donné que ce redoutable Insecte séjourne pendant l'été sur les étangs et les marécages et qu'il inocule ensuite des familles entières avec les émanations de ces terrains aussi malsains que malodorants. Il serait étrange que des nuits sans sommeil, combinées avec l'inoculation de doses répétées de ce subtil poison, ne donnassent pas lieu à des symptômes fébriles. » La théorie du Moustique fit dès lors de rapides progrès et fut acceptée par Koch, Ross, Bignami et Grassi.

Sous l'impulsion de Manson, le major Ronald Ross, alors chirurgien de l'armée anglaise aux Indes, se mit à étudier la question, et, ne pouvant expérimenter directement sur l'espèce humaine, pas plus que sur des animaux de laboratoire, car aucun d'eux n'est susceptible de contracter le paludisme, ses travaux portèrent sur un Hématozoaire voisin, qui vit dans le sang des Oiseaux.

Ross prend 30 Moustiques du genre *Culex*. Il fait piquer 10 Oiseaux très infestés par 10 Moustiques, 10 Oiseaux peu infestés par 10 Moustiques, et 10 Oiseaux sains par 10 autres Moustiques. Il trouve alors 108 parasites dans le tube digestif des 10 premiers Insectes, il n'en trouve que 57 dans le tube digestif des seconds et aucun dans celui des 10 derniers. Il put alors suivre l'évolution des parasites dans l'estomac des Moustiques et assister à une série de transformations tellement semblables à celles que nous allons étudier chez les Hématozoaires de l'Homme, qu'il est inutile d'y insister davantage. De nouvelles expériences faites l'année dernière par Ross, au Sierra Leone, confirmèrent ses premiers résultats. D'autre part, à Rome, Grassi, Bignami et Bastianelli ont expéri-

menté sur l'Homme, et les résultats obtenus concordent absolument avec ceux de Ross.

Après avoir élevé des larves de Moustiques du genre *Anopheles*, ils obtiennent des adultes certainement indemnes de tout parasite. Ils font piquer des paludiques par ces Moustiques, en sacrifient quelques-uns, et voient évoluer l'Hématozoaire à l'intérieur de leur tube digestif. Faisant piquer par les autres des individus sains de bonne volonté, ils déterminent chez eux, après une période d'incubation de 7 à 10 jours, des accès de fièvre du même type que ceux dont étaient atteint les premiers paludiques.

Reproduction exogène ou sexuée : évolution des Hématozoaires dans le corps du Moustique (Pl. II, A à T). — Ces expériences démontrent d'une façon tout à fait probante que le Moustique est bien l'hôte intermédiaire des Hématozoaires du paludisme. Ceux-ci passent, en effet, une partie de leur existence dans le corps de l'Insecte, et nous allons voir que c'est pendant ce passage que s'opère le second de leurs deux modes de reproduction : la reproduction exogène ou sexuée. Prenons comme exemple le parasite de la fièvre æstivo-autumnale *Laverania præcox*, caractérisé, comme nous l'avons vu, par sa forme en croissant.

Un Moustique femelle sain pique un individu atteint de paludisme. Le mâle, en effet, ne pique pas, la conformation anatomique de ses pièces buccales ne le lui permettant pas. En même temps que le Moustique injecte à sa victime le venin, que sécrètent ses glandes salivaires, liquide qui a la propriété d'empêcher la coagulation du sang, il absorbe une certaine quantité de ce sang. Celui-ci renferme, suivant l'époque à laquelle l'individu est piqué, des Hématozoaires à différents stades de développement, soit des formes jeunes à l'intérieur des globules rouges, soit des formes adultes, corps sphériques ou corps en croissant. Les formes jeunes et les corps sphériques, que nous avons appelés sporocytes meurent à l'intérieur du tube digestif de l'Insecte et sont digérés, comme le sang qui les contient. Seuls les corps en croissant ou les corps ovoïdes puis sphériques qui en résultent, vivent et évoluent dans l'estomac de leur nouvel hôte. Ce sont les *gamétocytes*. Nous avons vu qu'il était facile de distinguer les sporocytes qui dérivent directement d'un corps amiboïde, des gamétocytes qui proviennent toujours d'un corps en croissant puis ovoïde. La disposition du pigment sert également à les reconnaître. Les gamétocytes se présentent sous deux formes : la forme femelle ou *macrogamétocyte* et la forme mâle ou *microgamétocyte*. Un œil exercé peut assez facilement dis-

tinguer ces formes d'après l'orientation des grains de pigment. Les gamétocytes mâle ou femelle ont le même aspect général : corps en croissant, ovoïde ou sphérique ; mais tandis que les grains de pigment sont réunis au centre du parasite dans les macrogamétocytes, ils sont disséminés çà et là dans les microgamétocytes. Cette différenciation n'est pas toujours si nette et il est des cas où l'on hésite à se prononcer, par exemple quand les grains du pigment, bien qu'espacés entre eux, se rapprochent un peu du centre, ou quand ils forment une figure annulaire au centre du gamétocyte.

Quoi qu'il en soit, supposons ces deux éléments mâle et femelle ingérés par un Moustique et voyons ce qu'ils deviennent dans son tube digestif. Les macrogamétocytes ne changent pas d'aspect ; ils ne se divisent pas. Chaque macrogamétocyte ne forme qu'un seul *macrogamète*. Les microgamétocytes, au contraire, arrivés dans l'estomac de leur hôte, émettent très rapidement plusieurs flagella un peu renflés à leur extrémité et très mobiles, semblables à ceux que nous avons vu se développer sur quelques corps sphériques libres, dans le sang retiré depuis un certain temps des vaisseaux.

Ces flagella ou *microgamètes* ont tout à fait l'aspect de spermatozoïdes dont l'extrémité caudale resterait fixée au corps sphérique et qui s'efforceraient par leurs mouvements incessants de se détacher de la cellule qui leur a donné naissance. C'est ce qui arrive très peu de temps après leur formation. Chaque microgamétocyte produit généralement quatre flagella ou microgamètes. Le microgamète libre est très mobile et chemine le long de la muqueuse stomacale. Chemin faisant, il rencontre un macrogamète, s'unit à lui, comme le spermatozoïde s'unit à l'ovule, et il se produit une véritable fécondation. A l'aide de certains réactifs, on met en évidence la substance chromatique des deux éléments. Dans le macrogamète, elle forme une petite masse irrégulière plus ou moins centrale. Quant aux microgamètes, ils ont emporté toute la substance chromatique du microgamétocyte, et au moment de la pénétration de l'un d'eux dans le macrogamète, il y a fusion des deux noyaux, puis contractions vives du protoplasma. L'œuf est formé. On voit quelquefois se détacher du macrogamète un petit corps sphérique ressemblant à un globule polaire.

L'œuf fécondé a reçu le nom de *zygote*. Un zygote jeune se présente comme une petite masse sphérique d'environ 6 μ qui s'allonge bientôt et prend un aspect fusiforme, ce qui lui permet de pénétrer plus facilement entre les cellules épithéliales de la muqueuse stomacale.

Le zygote ayant traversé la muqueuse, s'enkyste dans la couche musculeuse de l'estomac. Il contient quelques grains très fins de pigment. Bientôt il augmente de volume, soulevant la paroi externe de l'estomac du Moustique, qui apparaît parsemee de petites tumeurs arrondies, le nombre des kystes qui évoluent en même temps étant assez considérable (fig. 5).

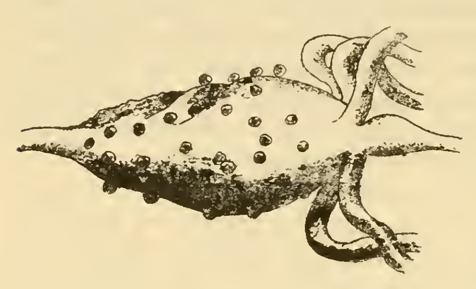


Fig. 5. — Kystes dans la paroi stomacale du Moustique.

Les réactifs permettant de distinguer la substance chromatique mettent en évidence une masse assez volumineuse de cette substance au centre du zygote. Cette masse se divise en fragments qui s'entourent de protoplasma. On donne à chaque segment ainsi formé le nom de *blastophore* ou *zoïdophore*. A mesure que leur nombre augmente, ils diminuent de plus en plus de volume et la substance chromatique se porte à la périphérie, se fragmentant de plus en plus. Quand le kyste a atteint son complet développement, c'est-à-dire au bout de 10 à 12 jours, il est rempli de petits corps effilés à chaque extrémité, formés presque uniquement d'un gros noyau allongé, entouré d'un peu de protoplasma et d'un noyau de reliquat. Ces petits organismes ont reçu le nom de *blastes* ou *zoïdes*, mais la plupart des auteurs les appellent improprement *sporozoïtes*. A la rupture des différents kystes, les sporozoïtes sont mis en liberté dans la cavité générale du Moustique au nombre de plus de 10.000. Là ils sont entraînés par le courant circulatoire, lacunaire chez les Insectes et se répandent partout, jusque dans la tête du Moustique, mais se rassemblent tout particulièrement, on ne sait pour quelle raison, dans les glandes salivaires, dont les cellules sécrétrices en sont complètement remplies (fig. 6). Quand le Moustique ainsi infesté pique un individu sain, il lui injecte dans le sang, avec le produit de sécrétion de ces glandes un grand nombre de sporozoïtes. Ceux-ci se comportent comme les spores que nous avons vues se former

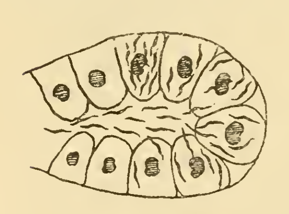
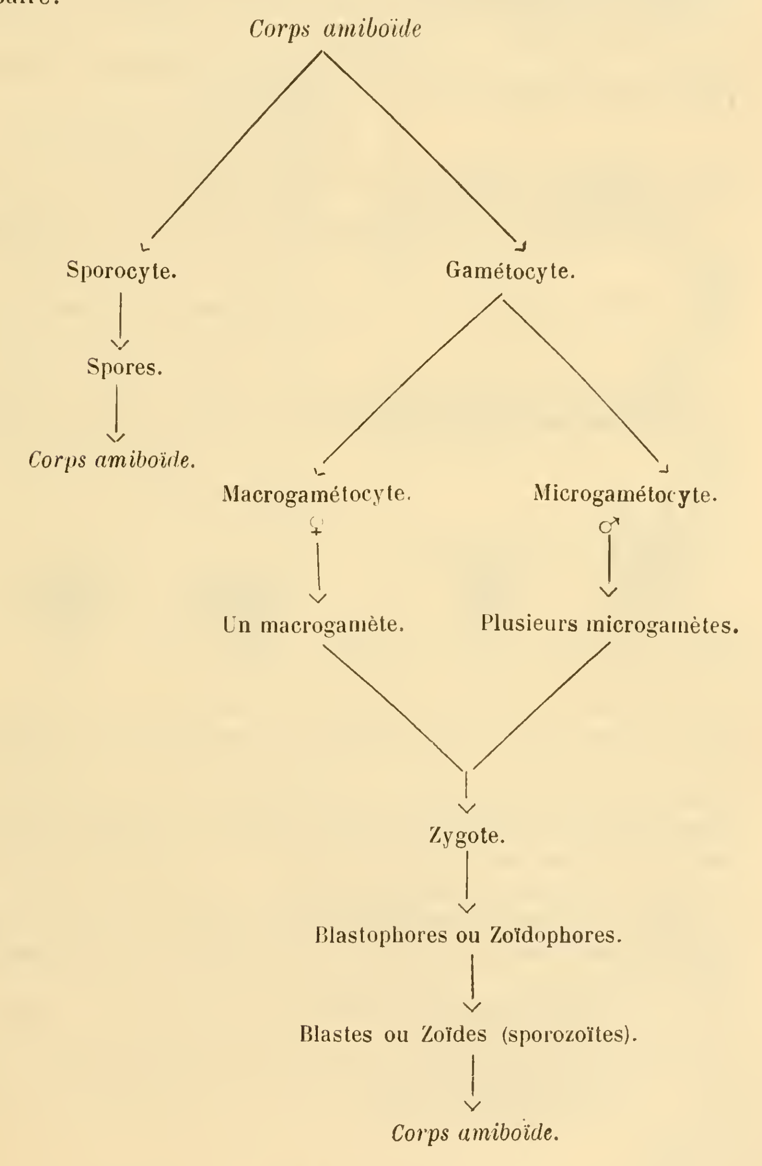


Fig. 6. — Portion de glande salivaire dont les cellules sécrétrices et les canaux excréteurs sont remplis de sporozoïtes.

dans le sang même de l'Homme, par l'intermédiaire des corps en rosace ; ils pénètrent dans un globule rouge et s'y transforment en ces petits corps transparents et amiboïdes qui caractérisent la forme jeune des Hématozoaires. Le cycle exogène est ainsi terminé.

Nous résumons dans le tableau ci-contre l'évolution de l'Hématozoaire.



Moustiques capables de contaminer l'Homme.

Tous les Moustiques sont-ils capables de transporter ainsi le germe du paludisme, ou ce rôle est-il seulement dévolu à quelques espèces ?

Meigen, dans son travail sur les Diptères d'Europe, divise les *Culicides* en 3 genres :

Genre	Caractères
Genre *Culex* Linné (fig. 7).	Palpes plus longs que la trompe chez les ♂. Palpes très courts chez les ♀.
Genre *Anopheles* Meigen, 1818 (fig. 8).	Palpes de la longueur de la trompe chez les ♂. Palpes un peu plus courts chez les ♀.
Genre *Ædes* Meigen, 1818.	Palpes très courts dans les 2 sexes.

Depuis cette époque on a décrit dix autres genres exotiques appartenant à la famille des Culicidae, mais ces Insectes n'ayant



Fig. 7.— *Culex* mâle (♂) et femelle (♀). Fig. 8.— *Anopheles* mâle (♂) et femelle (♀).

point été étudiés au point de vue qui nous occupe, je les passerai sous silence. Je n'insisterai pas non plus sur le genre *Ædes*, très rare et ne renfermant qu'un petit nombre d'espèces, et je parlerai seulement des *Culex* et des *Anopheles*.

Jusqu'à présent c'est toujours chez les *Anopheles* qu'on a trouvé les Hématozoaires du paludisme. Les quatres espèces européennes connues sont :

Anopheles bifurcatus Meigen.
A. claviger Meigen.
A. pictus Grassi.
A. pseudopictus Grassi.

Or, ces quatre espèces peuvent héberger le parasite, mais l'Hématozoaire n'atteint son complet développement, c'est-à-dire ne parvient au stade des sporozoïtes que chez l'*Anopheles claviger*. On a récemment décrit d'autres *Anopheles* exotiques, qui jouent certainement un rôle important dans la propagation de la maladie.

Quant aux *Culex*, ils sont, à part leur piqûre toujours désagréable, absolument inoffensifs pour l'Homme, mais servent d'hôtes intermédiaires aux Hématozoaires des Oiseaux.

Il est donc de la plus grande importance de pouvoir distinguer les *Culex* des *Anopheles*, or, rien n'est plus facile, même pour quelqu'un de tout à fait étranger aux sciences naturelles.

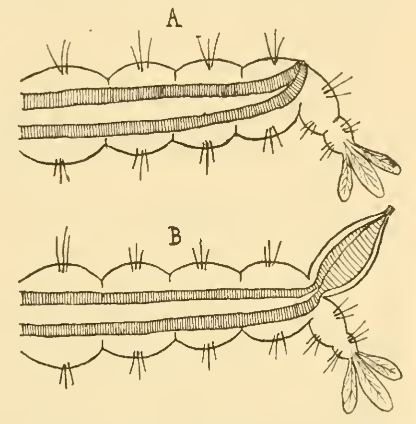


Fig. 9. — Appareil respiratoire terminal des larves : A, d'*Anopheles* ; B. de *Culex*.

Considérons successivement les larves et les adultes. Les larves sont aquatiques et très mobiles dans l'eau. Celles des *Culex* présentent à la partie postérieure du corps un prolongement impair, à l'extrémité duquel viennent s'ouvrir les deux stigmates où aboutissent les deux gros troncs trachéens qui parcourent le corps d'un bout à l'autre (fig. 9, B). Il en résulte que pour respirer, ces larves se tiennent dans l'eau la tête en bas, n'étant en contact avec la surface que par l'extrémité de ce tube respiratoire (fig. 10, B).

Les larves des *Anopheles* ne présentent rien de semblable, et les trachées viennent s'ouvrir simplement par deux orifices très rapprochés l'un de l'autre à la partie terminale du corps, mais dorsalement (fig. 9, A), de sorte que pour respirer ces larves gardent dans l'eau une position à peu près horizontale et restent parallèles à la surface (fig. 10, A).

Pour reconnaître les adultes, il est inutile d'insister sur la disposition des pièces buccales, dont nous avons parlé tout à l'heure. Ils diffèrent, en outre, par la manière dont ils se tiennent à l'état de repos sur une surface plane, telle qu'une fenêtre, par exemple. Tandis que chez les *Culex* (fig. 11, B), l'axe du corps est parallèle au plan qui les supporte, chez les *Anopheles* (fig. 11, A) il forme avec ce plan un angle aigu très net ayant pour sommet la trompe de l'Insecte.

Je dirai maintenant un mot sur les mœurs de ces animaux et sur les moyens à employer pour les détruire.

Les Moustiques, appelés encore *Cousins* et *Mosquitos* ou *Maringouins* en Amérique, ont tous à peu près le même genre de vie. Leurs larves, aussi bien celles des *Culex* que des *Anopheles*, vivent dans les eaux croupissantes des mares et des étangs, dans les

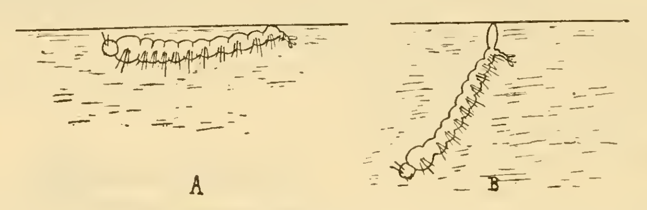


Fig. 10. — A, position de la larve d'*Anopheles* dans l'eau ; B, position de la larve de *Culex*.

puisards, les tonneaux d'arrosage et les petites flaques d'eau voisines des habitations. De temps en temps elles viennent respirer à la surface, prenant toujours leur position caractéristique, puis, dès qu'on agite l'eau, elles regagnent le fond avec une grande célérité et par une série de soubresauts. Après plusieurs mues consécutives, ces larves se transforment en nymphes très reconnaissables à la grosseur du céphalothorax, et ces dernières donnent bientôt naissance aux Insectes parfaits.

Les *Culex* adultes piquent plutôt durant le jour, mais sont sans danger pour nous. Les seuls redoutables, les *Anopheles*, ont l'habitude de piquer au moment du coucher du soleil ou pendant la nuit. C'est donc surtout le soir qu'il faut éviter de traverser les pays infestés et avant tout se garder de passer la nuit en plein air. Les *Anopheles* ne s'élevant jamais beaucoup au dessus du sol, les endroits les plus salubres sont les plus élevés, particulièrement les étages supérieurs des maisons. Enfin on ne devra jamais s'endormir sans avoir pris la précaution de se garantir au moyen d'une moustiquaire.

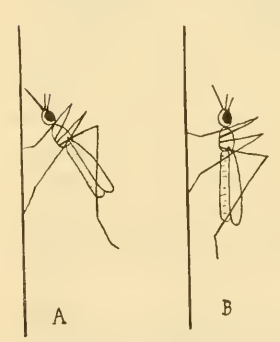


Fig. 11. — A, position de l'*Anopheles* sur une paroi plane ; B, position du *Culex*.

Comment se débarasser des Moustiques ? Autant il serait difficile de s'attaquer aux adultes, autant il est facile de supprimer les larves. Le drainage du sol et autres travaux d'assainissement

peuvent rendre de grands services en faisant disparaître les eaux stagnantes, où fourmillent habituellement les larves. Mais il est un moyen beaucoup plus économique et beaucoup plus efficace. Il consiste à verser à la surface des mares, des étangs ou des flaques d'eau une mince couche de pétrole, qui forme une barrière infranchissable entre l'air atmosphérique et l'eau. Quand les larves viennent respirer, une gouttelette de pétrole s'attache aux poils qui entourent leurs stigmates, y adhère, même quand l'animal gagne le fond de l'eau, et ferme ainsi complètement les orifices respiratoires. Au bout d'un temps très court, toutes les larves sont asphyxiées.

On pourrait reprocher à cette méthode de contaminer l'eau, mais il n'en est rien, et les animaux, qui au début, éprouvent une certaine répugnance à la boire, s'y habituent bien vite.

Espérons donc que ce procédé, employé surtout dans les pays où la maladie est endémique, fera disparaître ou tout au moins notablement diminuer les ravages causés par le paludisme.

III. — CONCLUSIONS

Résumant en quelques lignes tout ce qui vient d'être dit, je terminerai par les conclusions suivantes :

1° Il existe trois espèces distinctes d'Hématozoaires du paludisme, dont une appartient à un genre spécial : *Plasmodium malariae*, parasite de la fièvre quarte ; *Plasmodium vivax*, parasite de la tierce ; *Laverania præcox*, parasite de la fièvre æstivo-automnale. Chacune de ces espèces peut se rencontrer chez le même malade.

2° Les *Moustiques*, et jusqu'à présent toujours ceux du genre *Anopheles*, sont les hôtes intermédiaires du parasite et, par leur piqûre, ils transmettent le germe de la maladie d'un individu contaminé à un individu sain.

3° Il est très facile de détruire ces *Moustiques* à l'état larvaire, et par conséquent d'entraver les progrès de l'affection peut-être la plus meurtrière, mais certainement la plus répandue à la surface du globe.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

I. — *Plasmodium malariae* (Laveran) : A, globule rouge sain ; B, C, D, corps amiboïdes avec ou sans pigment ; E, corps sphérique intraglobulaire ; F, corps sphérique libre ; G, H, corps en rosace ou sporocytes à deux stades de développement ; I, spores libres, avec pigment également libre ; K, corps flagellé (gamétocyte).

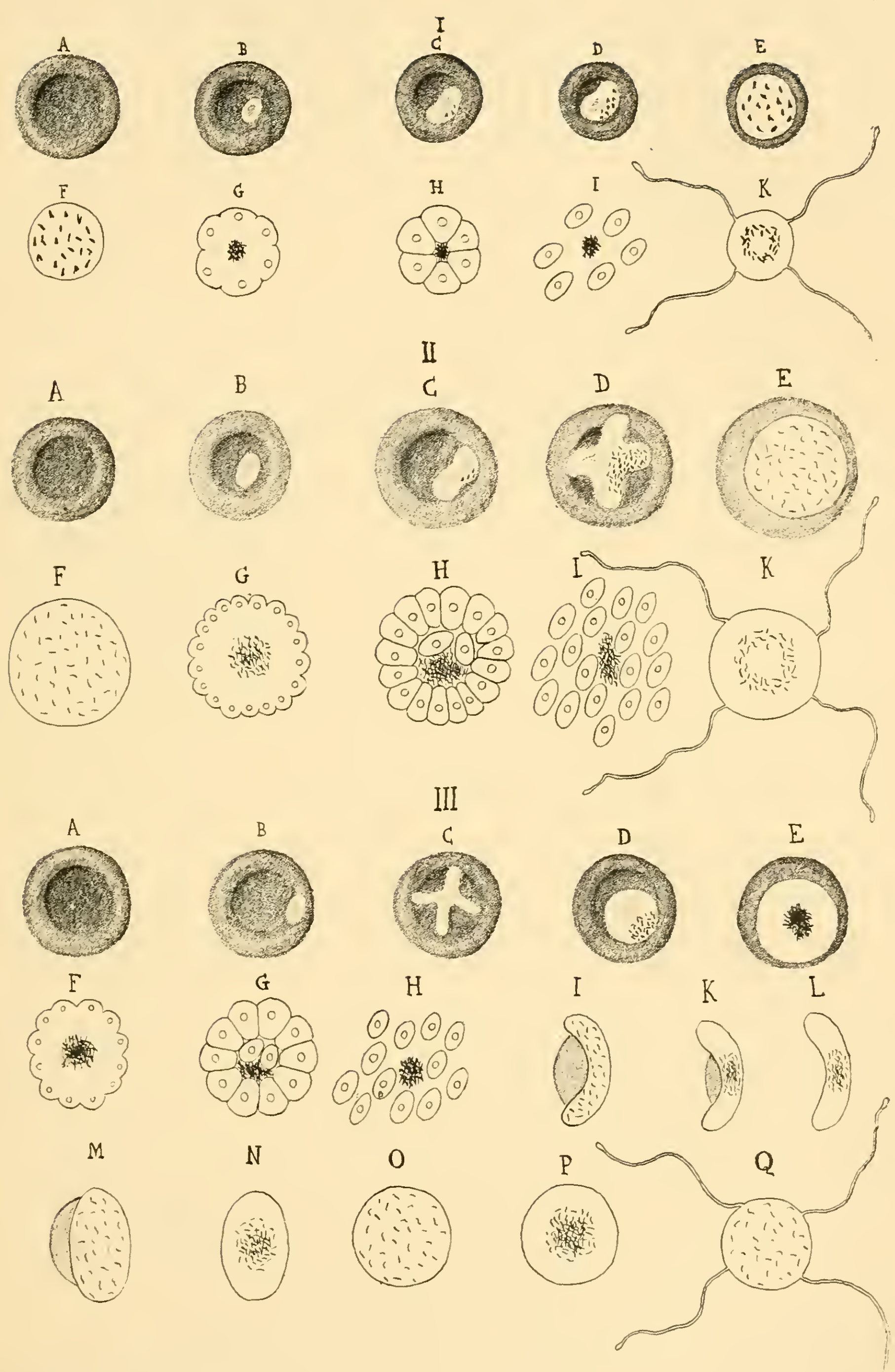
II. — *Plasmodium vivax* (Grassi et Feletti) : A, globule rouge sain ; B, C, D, corps amiboïdes avec ou sans pigment ; E, F, corps sphériques intraglobulaires et libre ; G, H, sporocytes ; I, spores libres ; K, corps flagellé (gamétocyte).

III. — *Laverania præcox* (Grassi et Feletti) : A, globule rouge sain ; B, C, corps amiboïdes jeunes ; D, corps amiboïde pigmenté ; E, corps sphérique qui donnera les sporocytes ; F, G, sporocytes ; H, sporocytes ; I, corps en croissant ♂ avec une portion de globule rouge dans sa concavité ; K, corps en croissant ♀ avec fragment de globule rouge ; L, corps en croissant ♀ libre ; M, corps ovoïde ♂ avec fragment de globule ; N, corps ovoïde ♀ ; O, corps sphérique ♂ ou microgamétocyte ; P, corps sphérique ♀ ou macrogamétocyte ; Q, corps flagellé ou microgamétocyte mûr avec quatre microgamètes.

Planche II

Évolution de *Laverania præcox* dans le sang de l'Homme et dans le corps du Moustique : A, globule rouge sain ; B, C, D, E, F, G, H, I, K, reproduction endogène ou par spores ; B, C, D, E, formes jeunes amiboïdes intraglobulaires, dans chacune desquelles on voit un noyau de chromatine ; le pigment n'apparait sous forme de petits grains fins, que dans la figure E ; F, jeune corps sphérique intraglobulaire avec noyau de chromatine et grains de pigment ; G, corps sphérique mûr ou sporocytes avec noyau de chromatine et pigment réuni en masse au centre ; H, I, corps en rosace à deux stades différents que l'on rencontre seulement dans les organes, surtout dans la rate ; K, spores libres qui, pénétrant dans un globule sain, donnerait chacune un nouveau parasite.

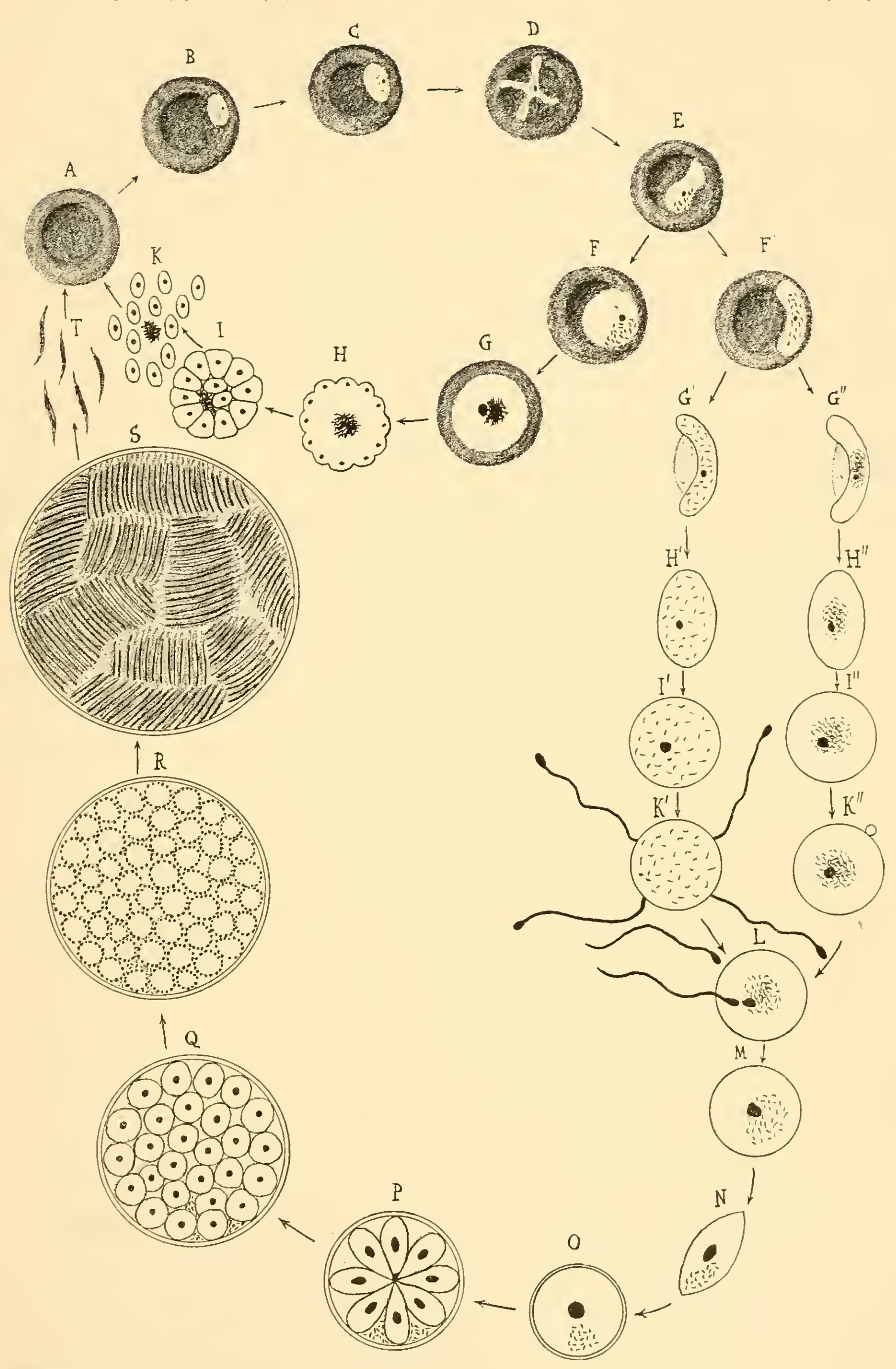
F', G', G'', H', H'', I', I'', K', K'', L, M, N, O, P, Q, R, S, T, reproduction exogène ou sexuée. Les formes F', G', G'', H', H'', I', I'' se rencontrent dans le sang de l'Homme, toutes les autres se trouvent exclusivement dans le corps du Moustique : F', corps en croissant jeune, intraglobulaire ; G', G'', H', H'', I', II'', gamétocytes ; G', H', I', corps en croissant, ovoïde et sphérique (gamétocytes ♂ ou microgamétocytes) ; G'', H'', I'', corps en croissant, ovoïde et sphérique (gamétocytes ♀ ou macrogamétocytes) ; K', microgamétocyte avec quatre flagella ou microgamètes ; K'', macrogamétocyte donnant un seul macrogamète ; L, fécondation qui se produit dans l'estomac du Moustique Un microgamète formé uniquement de substance chromatique pénètre dans le macrogamète et il y a fusion du noyau chromatique des deux éléments, c'est ce que présente la figure M ; N, jeune zygote à forme allongée, qui traversera la muqueuse stomacale du Moustique ; O, Zygote enkysté dans la couche musculeuse de l'estomac de l'Insecte ; P, Q, R, le kyste grossit et le protoplasma se segmente, produisant les blastophores ou zoïdophores ; S, Zygote mûr rempli de sporozoïtes (blates ou zoïdes) ; T, sporozoïtes libres que l'on rencontre dans la cavité générale et les glandes salivaires du Moustique et qui, inoculés dans le sang de l'Homme, pénètrent dans un globule rouge et y deviennent des corps amiboïdes.



M. Neveu-Lemaire del.

I, *Plasmodium malariae*; II, *Plasmodium vivax*; III, *Laverania præcox*.





M. Neveu-Lemaire del.

Évolution de *Laverania præcox.*



CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Séance du 27 Mars 1900.

LES POISSONS NUISIBLES

PAR

M. H. COUTIÈRE

Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

La question des Poissons nuisibles comporte une littérature considérable, grosse surtout d'observations médicales et fort ancienne. En regard des services qu'ils rendent à l'alimentation, les méfaits que l'on peut reprocher aux Poissons sont peu de chose, et leur importance a été exagérée, sans doute en vertu de ce populaire et naïf égoïsme qui porte à considérer tous les animaux comme des serviteurs-nés, et à concevoir aisément de l'irritation contre ceux qui se permettent d'être nuisibles. Cela est vrai, surtout, des accidents qui reconnaissent directement pour cause le pouvoir nocif propre de certaines espèces, venimeuses ou vénéneuses : il est probable que le nombre et la gravité des faits de ce genre seraient notablement allégés si l'on pouvait faire la part exacte des causes secondaires de nocivité, microorganismes pathogènes inoculés par piqûre, maladies de nature inconnue, altération rapide *post-mortem*, dont les Poissons ne sauraient être rendus responsables. Mais la recherche de ces « circonstances atténuantes » est entièrement à faire, et, comme elles se superposent à chaque instant aux faits appartenant en propre à la question, elles rendent celle-ci passablement obscure, mais lui donnent, en revanche, un intérêt spéculatif indéniable.

Après les recherches dont elles ont été l'objet de la part de Parker, de Bottard, de Sacchi, pour ne citer que les noms principaux, la

présence de glandes à sécrétion toxique chez beaucoup de Poissons ne saurait plus faire de doute. Elles consistent essentiellement en une invagination épidermique, sécrétrice, s'adjoignant comme appareil d'inoculation un rayon d'une nageoire, ou une épine operculaire. La glande s'accole étroitement à l'épine, au point de se loger dans les profondes cannelures de celle-ci. Les cellules sécrétrices, groupées en amas compact ou laissant au centre une étroite lumière, sont volumineuses, à contenu homogène et clair, et celui-ci se déverse par fonte cellulaire dans le canal d'inoculation. L'appareil tout entier est recouvert par la peau, sauf à la pointe de l'épine, qui est libre, et cette gaîne cutanée est assez mobile pour pouvoir découvrir la pointe vulnérante sur une assez grande longueur. Les épines operculaires des Vives de nos côtes, les rayons de la première dorsale des mêmes Poissons, et de nombreux autres Acanthoptérygiens, *Pteroïs*, *Scorpœna*, *Cottus*, *Uranoscopus*, etc., les rayons de l'anale chez *Scorpœna* sont pourvus de semblables glandes venimeuses. Elles offrent chez les Scorpènes exotiques, et surtout chez les Synancées, leur développement maximum. Bottard, qui a surtout contribué à nous faire connaître l'appareil à venin de la Synancée, le décrit comme une glande complexe, dont l'orifice est oblitéré et qui ne peut se vider que par rupture de sa paroi, sous les pressions du corps vulnéré.

Certains Batrachidés, *Talassophryne*, par exemple, poussent à un degré remarquable la complication de cet appareil, en ce sens que les épines annexées à la glande sont perforées, à la façon des dents solénoglyphes des Ophidiens venimeux.

Parmi les Malacoptérygiens, les Siluridés du genre *Plotosus* sont également venimeux, et vraisemblablement aussi plusieurs espèces des genres *Doras*, *Arius*, *Pimelodus*, etc., au moins lorsqu'elles sont jeunes. Chez le Plotose, d'après Bottard, le canal d'inoculation serait creusé au centre du rayon acéré des nageoires dorsale et pectorales, et exigerait la rupture dans la plaie de ce rayon pour donner issue au venin. Enfin, chez la Murène, d'après le même auteur, l'appareil à venin, fort singulier, est une poche accolée au palais du Poisson, poche dont la paroi antérieure est traversée par trois ou quatre dents coniques, non cannelées, de sorte que le venin ne trouve issue qu'entre l'anneau fibreux traversé par la dent et la dent elle-même. Aucun travail n'est venu depuis confirmer ou infirmer l'existence de cette curieuse disposition observée seulement chez la Murène Hélène. La confirmation de ce fait serait pourtant fort intéressante, car les Murénides sont déjà littéralement

imprégnés de substances toxiques, et comme celles-ci comptent parmi les mieux étudiées, la comparaison de leurs effets physiologiques avec ceux du venin buccal apporterait sans doute quelque lumière sur la nature et l'origine de celui-ci. Jusqu'à présent, ce que l'on sait sur ce venin des Murénides se réduit à son énergique pouvoir digestif, qu'aurait observé Bottard...

Les venins des autres Poissons, ceux en particulier de la Vive et de la Synancée, ont été assez rigoureusement étudiés. Les Vertébrés les plus sensibles à leur action sont précisément les Poissons, alors que les Oiseaux se montrent les plus réfractaires ; le venin agit comme paralysant des nerfs moteurs, puis sensitifs, il ralentit en nombre et en intensité les contractions cardiaques, le cœur s'arrête en diastole. Ces résultats sont dus à Gressin, à Bottard, à Pohl ; ils ont été poussés bien moins avant que ceux aujourd'hui acquis sur les venins des Serpents, surtout au point de vue de leur composition, de leur mode d'atténuation, de leur relation avec la toxicité du sérum. Mais il est juste de dire que ces venins sout beaucoup plus difficiles à recueillir en quantité suffisante pour l'étude, et surtout que les Poissons venimeux, parmi les ennemis de l'Homme, sont bien loin d'avoir la redoutable importance des Serpents.

Dans les nombreux accidents relevés chez l'Homme, du fait de la piqûre des Poissons, on peut faire deux catégories de cas. Les plus habituels sont relativement bénins, ils débutent toujours par une douleur extrêmement vive, fulgurante, suivie de tuméfaction de la partie blessée. La piqûre s'entoure d'une région enflammée, qui se mortifie et s'élimine par escarre. Sur ces symptômes viennent se greffer, fréquemment, diverses aggravations : lymphangite, phlegmons, infection généralisée et parfois la mort. Ulmer a relevé un cas avec terminaison fatale, par une simple piqûre de Vive, et Bottard, sur des pêcheurs de la Réunion, en rapporte sept observations. Il est bien malaisé de dire quelle part revient au venin lui-même dans ces cas graves ; un des symptômes les plus constants que l'on y relève est une période de rémission, caractérisée par un mieux sensible de l'état général, période après laquelle survient tout à coup la marche foudroyante des accidents. Il est vraisemblable que dans le mucus recouvrant la peau du Poisson vivent des espèces microbiennes, dont la virulence s'exalte dans le nouveau milieu où les transporte l'inoculation. On sait du reste combien les piqûres dues à des Poissons non venimeux s'aggravent facilement.

Il est tout un groupe de Poissons, produisant par leurs piqûres des accidents d'une indéniable gravité, et chez lesquels on ne

possède encore aucune notion positive sur la présence ou l'absence d'un appareil a venin. Ce sont les Raies armées, des genres *Trygon*, *Pastinaca*, *Myliobatis*, etc. Bottard assure n'avoir rencontré aucun appareil à venin sur les aiguillons barbelés qui arment la queue de ces animaux ; cependant, dans les observations nombreuses qui les concernent, on trouve des symptômes comparables à ceux qui marquent l'action des venins, douleur atroce, hors de proportion avec la faible importance de la blessure, rougeur et gonflement de la région, mortification et chute par escarre du siège de la piqûre. Les accidents généraux d'infection suivent fréquemment, et affectent la même marche que dans les piqûres graves par Poissons véritablement venimeux. Telles observations de Schomburgh et de Crevaux, sur les *Trygon* qui infestent les rivières, dans le bassin de l'Orénoque, ressemblent tout à fait à ce qu'a rapporté Bottard dans les cas graves de piqûre par la Synancée. Il serait intéressant de savoir s'il faut en accuser l'égale imprécision des symptômes observés de part et d'autre, ou si quelque sécrétion toxique propre intervient réellement chez les Raies armées, malgré les apparences négatives.

Les piqûres bénignes des Poissons venimeux n'ont guère besoin d'être traitées. La douleur se dissipe assez vite, et c'est une croyance populaire que la piqûre de la Vive, par exemple, fait souffrir pendant l'intervalle d'une marée. Le sérum antivenimeux de Calmette servirait sans doute efficacement dans les cas graves. Il est malheureusement impossible de prévoir l'aggravation éventuelle qui survient fréquemment, dont le traitement est celui des accidents généraux de même nature et n'a plus rien de spécial. La littérature du sujet offre de fort curieux modes de traitement de ces piqûres dont Bottard a surtout relevé un bon nombre à propos de la Synancée, à la Réunion.

Quelques faits généraux peuvent être établis touchant la biologie des Poissons venimeux. Ce sont le plus souvent des espèces sédentaires, et, lorsque dans un groupe naturel d'espèces on en rencontre de venimeuses, on peut d'ordinaire établir une gradation marquée depuis les plus petites, où le pouvoir nocif est maximum, jusqu'aux plus grandes, où l'appareil à venin est rudimentaire ou absent. Tous les appareils venimeux ont un caractère éminemment défensif, ils sont l'arme insidieuse des faibles et, comme la plupart des moyens de défense, caractérisent les espèces peu actives ou sédentaires. Les organes urticants des Actinies, l'organe de Cuvier des Holothuries, le liquide violet dont s'entourent les Dolabelles et les Aplysies, les soies acérées et caduques de beaucoup d'Annélides, les poils urti-

cants des Chenilles, les glandes venimeuses des Scorpions et des autres Arachnides lucifuges, les liquides odorants que laissent exsuder beaucoup d'Insectes, les glandes venimeuses des Hyménoptères, celles des Ophidiens, sont autant d'exemples de cette corrélation entre la présence d'une arme plus ou moins redoutable et le fait d'un genre de vie presque complètement défensif.

La qualité venimeuse est-elle une conséquence physiologique de la sédentarité ? Le fait est affirmé par Dissard et Noë, l'anaérobiose qui résulte de la vie sédentaire déterminant la production des leucomaïnes toxiques auxquelles les venins doivent leur nocivité. L'explication pourra valoir pour les sérums et les organes toxiques des Poissons, lorsque des expériences précises auront montré la réalité et la généralité de cette relation de cause à effet, mais il est difficile d'admettre que ces produits de « ralentissement de la nutrition » se localisent dans une glande et se mettent, pour ainsi dire, au service d'un appareil d'inoculation défensif. Calmette a montré, pour les Ophidens, que la sécrétion des glandes venimeuses diffère par ses propriétés du sérum, également toxique, de ces Reptiles. Chez les Poissons, de semblables expériences sont encore à faire. Notons encore, chez ces derniers, l'activité maxima des glandes venimeuses au moment du frai, et la prédominance des espèces nuisibles dans les mers intertropicales.

Le sérum toxique des Murénides et de plusieurs autres Poissons établit une sorte de lien entre les venins que nous venons d'examiner et les poisons des glandes génitales ou des autres organes, chez les Poissons dits « toxicophores ». A la suite des frères Mosso, de nombreux physiologistes ont fait sur le sérum de l'Anguille des recherches approfondies. Inoffensif par ingestion stomacale, le sérum tue le Chien en quelques minutes lorsqu'il est injecté dans les veines à la dose de 0,02 par kilogr. d'animal. Après une période convulsive, la mort survient par arrêt de la respiration, et le sang extrait du cadavre est très difficilement coagulable. Le sérum d'Anguille se comporte exactement comme celui des Ophidiens ; l'un et l'autre paraissent distincts, par leurs effets, du venin des glandes buccales des Serpents, car, d'après Calmette, un animal vacciné contre ce dernier ne l'est pas contre le sérum d'Anguille. L'action anticoagulante qu'exerce ce dernier est due à la production d'une « thrombase » dans l'économie de l'animal en expérience, et presque exclusivement dans son foie, d'après Delezenne. Camus et Gley ont étudié la diffusion de l'hémoglobine des globules dans des solutions de sel marin additionnées de dilutions variées de

sérum d'anguille. Par cette méthode élégante, ils ont pu montrer la liaison de l'action toxique et du pouvoir globulicide, et aborder la question de l'immunité. Les globules des animaux réfractaires, tels que le Hérisson, possèdent vis-à-vis du sérum d'Anguille une immunité que l'on peut qualifier de « cytologique », leur sang ne contenant pas d'antitoxine. Lorsqu'on vaccine un animal contre le sérum d'Anguille, il paraît exister d'abord une immunité humorale, rapidement acquise mais fugace, à laquelle fait suite l'immunité cytologique plus durable, par le développement et la vie des globules sanguins dans un plasma chargé d'antitoxine.

Les recherches de Pettit ont montré quelles remarquables lésions rénales provoquait l'empoisonnement par le sérum d'Anguille, lésions déjà existantes quelques minutes après l'injection. Quant à la nature de l'ichthyotoxine, U. Mosso est parvenu à la conclusion qu'il s'agit d'une sérine ; mais peut-être cette albumine ne fait-elle que servir de « support » au véritable principe actif, comme Calmette l'a montré pour le venin des serpents.

Cavazzani chez la Lamproie, Maracci chez le Thon ont trouvé dans le sang un pouvoir toxique analogue et quelques auteurs se sont même demandé si ce n'était pas là une propriété générale chez les Poissons. Il est à remarquer qu'aucune recherche n'a été faite en ce sens chez les Poissons venimeux et toxicophores. Les variations étendues de la toxicité du sérum dans la même espèce, et la facile destruction du principe actif, par chauffage à 58°, sont d'autres particularités à noter dans les sérums toxiques des Poissons.

Il est un certain nombre de Poissons qui sont toxiques par ingestion, soit par leur chair, soit par certains de leurs organes, foie ou glandes génitales, et cela indépendamment de toute altération *post-mortem*. Les accidents de ce genre ont été groupés sous le nom de « *ciguatera* » par les médecins espagnols de Cuba, où les Poissons « toxicophores » ont été l'objet de fréquentes observations.

Cette propriété vénéneuse a été relevée chez un grand nombre d'espèces, surtout dans les régions intertropicales ; elle demeure encore incontestable pour beaucoup, une fois la part faite des erreurs et des exagérations. Telles sont diverses Clupées des genres *Engraulis*, *Meletta*, *Dussumieria* ; quelques-uns des beaux Poissons appelés « Vieilles », des genres *Scarus*, *Pseudocarus* ; des Serrans *Anthias*, *Lutjanus*, *Lethrinus* ; des Sparides ; les « Bécunes » du genre *Sphyræna* ; certains Scombres, Caranx, *Scomber*, *Cybium* ; une espèce de *Gobius*. Ces Poissons n'ont pas été, en général,

étudiés au point de vue de la localisation du principe toxique ; quelques-unes des observations détaillées que l'on possède sur eux mentionnent seulement la présence des œufs mûrs dans les spécimens incriminés, d'autres, l'aspect maladif des Poissons toxiques. Nous aurons à y revenir.

Pour certaines espèces de nos contrées, le Barbeau, le Brochet, on sait bien, au contraire, que les œufs seulement sont toxiques. La propriété violemment purgative des œufs de Barbeau a même été mise à profit dans la médecine vétérinaire par le vieil hippiâtre Rusius, vers 1531. Les œufs de Tanche, de Brême, de certains Siluroïdes, des Chondrosteïdes du genre *Schistothorax*, sont dans le même cas.

Enfin les Sclérodermes, que nous avons omis à dessein de la nomenclature précédente, et particulièrement le genre *Tetrodon*, renferment incontestablement les plus dangereux des Poissons toxiques.

Aux Antilles, la plupart des espèces de Balistes, d'Ostracions, de Diodons, ont dans leur histoire quelques faits d'empoisonnement, dans lesquels le foie est surtout incriminé, mais où la chair est aussi tenue pour toxique. Les méfaits des Tetrodons ont été relevés surtout dans l'Océan Indien et le Pacifique, de la Mer Rouge au Japon, du Cap en Basse Californie, et aussi dans l'Atlantique, à Sainte-Hélène et au Sénégal.

Au Cap, un avis imprimé met en garde les équipages, éprouvés à plusieurs reprises, contre le danger de ces Poissons, représentés par l'espèce la plus dangereuse, *Tetrodon Honckenyi* Bloch (*Gencion maculatum* Bibron), dont l'aire de dispersion est très vaste.

En Basse-Californie, le P. Clavijero qui en écrivait l'histoire vers 1706, nous rapporte le cas d'un multiple empoisonnement causé par le foie d'un Tetrodon. C'était même là, au dire de M. Diguet, voyageur du Muséum, un moyen de destruction des Chiens errants de la contrée.

Le Japon, enfin, est le pays classique des Tetrodons toxiques ou « *Fugu* », au point que d'après Kaempfer, et Goertz, ce Poisson constitue un mode de suicide fréquent. La vente de certaines espèces est interdite par de fortes pénalités, et la littérature populaire japonaise fait fréquemment allusion à ces Poissons toxiques.

Dans la plupart des cas, les empoisonnements par les Tetrodons sont dus aux glandes génitales et au foie, mais la chair est également suspecte. Heckel rapporte avec détail une observation personnelle, faite en Nouvelle-Calédonie, dans laquelle la chair d'un

Tetrodon de forte taille suffit à déterminer un erythème intense, simplement parce que les mains, et indirectement le visage, avaient été en contact avec les masses musculaires, pendant la dissection du Poisson. Des Chats furent d'ailleurs rapidement tués par ingestion de cette chair toxique.

Depuis, d'importantes recherches ont été faites sur ces Poissons, et cette propriété toxique de la chair musculaire a été mise bien loin derrière celle des glandes génitales. Dans la chair de l'Anguille, une toxalbumine très nocive a été récemment reconnue par Benech : il se pourrait que chez *Tétrodon*, il en fût ainsi seulement chez les spécimens très adultes. C'est une remarque qui a été faite à propos de plusieurs espèces suspectes, *Lethrinus mambo* entre autres, inoffensives lorsqu'elles sont de petite taille.

Les recherches auxquelles nous faisons allusion, et qui sont à peu près les seules faites rigoureusement, sont dues à Remy, puis à Takahashi et Inoko. Avant ces expérimentateurs, de Rochas en Nouvelle-Calédonie, Savstchenko et divers physiologistes japonais avaient d'ailleurs établi la localisation du poison dans les glandes génitales des Tetrodons. Remy n'a pas vu survenir d'accidents, chez le Chien, par ingestion du foie, de l'intestin et de la chair musculaire; le poison est surtout actif à la période du frai, dans les ovaires plus que dans les testicules. Il agit comme un paralysant des centres nerveux, qui atteint la sensibilité, la motilité, finalement, les centres circulatoires et respiratoires. Takahashi et Inoko ont expérimenté sur divers animaux, à l'aide d'un extrait hydro-alcoolique d'ovaires. Avec de faibles doses, la motilité est surtout affectée, le cœur et la respiration restant normaux. Avec les doses élevées de poison, ces accidents se compliquent de la diminution des mouvements et de l'anxiété respiratoire, il y a de la cyanose, de l'hypothermie, et la respiration s'arrête sans convulsions ; les pulsations des oreillettes continuent encore longtemps après. Les troubles de la circulation consistent surtout en une diminution considérable de la pression sanguine, sans que le rythme du cœur en soit affecté. La puissance du muscle cardiaque n'est cependant pas amoindrie, et la dépression sanguine est la conséquence de la paralysie des centres vaso-moteurs.

Vis-à-vis de leur propre poison, les Tetrodons toxiques ne se montrent pas très résistants : ils ne supportent impunément que le sextuple de la dose mortelle pour un chien de même poids. Les espèces non toxiques résistent d'ailleurs aussi bien. Le poison des « fugu » tue au contraire rapidement la plupart des autres Poissons.

Au point de vue de sa nature, la substance toxique paraît être une toxalbumine ; elle perd rapidement toute activité, comme l'a montré le Professeur GAUTIER, par la conservation des glandes toxiques dans la glycérine alcoolisée, mais elle résiste à la cuisson, c'est-à-dire à des températures voisines de 100°. Il y a probablement, chez les Poissons toxiques, plusieurs substances actives, distinctes par leurs propriétés, car la toxalbumine retirée par BENECH de la chair d'Anguille (jusqu'à 0 gr. 40 par kilog. de Poisson) est détruite même à 40° (15 heures à l'étuve) et beaucoup plus rapidement au-dessous de cette température.

On a cherché à expliquer la toxicité des Poissons par un certain nombre d'hypothèses, parmi lesquelles revient surtout celle qui consiste à en faire une conséquence du mode d'alimentation. « Dis-moi ce que tu manges, et je te dirai qui tu es ». On a observé fréquemment, par exemple, dans les mers tropicales, que la toxicité d'espèces habituellement inoffensives coïncidait avec l'apparition des larves de Coralliaires. Mais les essais d'intoxication expérimentale, faits par MOREAU de JONNÈS, par HECKEL, ont toujours été négatifs. Il semble bien d'ailleurs que ces larves ne soient pas toxiques ; HECKEL dit, à la vérité, avoir empoisonné des Chats en les leur donnant à manger, mais M. le Dr BAVAY, qui a repris ces expériences, ne les a jamais vu réussir.

Lorsqu'on fait la part, dans la littérature du sujet, de tous les cas dans lesquels on peut incriminer un état maladif du Poisson, on voit d'abord que les glandes génitales renferment presque toujours le poison, qu'elles le renferment fréquemment de façon exclusive, et que le maximum d'activité correspond à l'époque du frai. On est ensuite frappé des différences considérables qui se rencontrent à ce sujet entre genres d'un même groupe, entre espèces d'un même genre. Il nous semble superflu de dire que ni l'un ni l'autre ordre de faits ne sont justiciables du mode d'alimentation des Poissons, pas plus qu'on ne saurait expliquer la différence de toxicité d'une Morelle et d'une Belladone, croissant côte à côte, par les différences de quantité et de qualité des aliments qu'elles empruntent aux divers milieux.

On s'est souvent demandé si la qualité toxique des Poissons, intimement liée à la période et aux organes de reproduction, n'était pas un moyen adjuvant de reproduction de l'espèce. La question est des plus hautes, et mériterait qu'on ne la considérât pas exclusivement comme un « admirable dessein de la Providence ». Si l'animal toxique doit être préalablement anéanti, on ne voit pas

bien quel bénéfice il retire de sa nocivité, en admettant même la « satisfaction » — d'ailleurs posthume — d'avoir empoisonné son ennemi. (On ne sait pas d'ailleurs si les Poissons, très sensibles au poison des *Tetrodon,* par exemple, lorsqu'on le leur injecte dans la cavité générale, le sont autant par la voie digestive). Cloquet a fait autrefois cette remarque que les œufs de Barbeau sont rendus intacts par les Oiseaux aquatiques. Si des expériences établissaient que de tels œufs sont encore capables de germer, l'utilité du pouvoir toxique qu'ils possèdent apparaîtrait évidente. On peut remarquer à ce sujet que l'Anguille, dont la chair et le sang sont toxiques, ne possède que des glandes génitales rudimentaires.

A défaut de l'explication finaliste, on pourrait se demander si le pouvoir toxique des Poissons n'est pas lié à la suractivité au moment du frai, activité d'où résulterait l'accumulation dans les tissus de leucomaïnes toxiques, non éliminées, ne pouvant ultérieurement remplir un rôle défensif que fortuitement et sans prédestination. La sédentarité, amenant l'oxygénation insuffisante des tissus, agirait dans le même sens. S'il en était ainsi, on devrait pouvoir, à un moment donné, rencontrer des toxalbumines, fussent-elles d'activité faible et facilement destructibles, chez le plus grand nombre des Poissons, sinon chez tous. Mais ce sont là des hypothèses passibles d'expériences directes.

Quelle qu'elle soit d'ailleurs, l'explication, au sens le plus compréhensif de ce mot, ne saurait aller jusqu'au pourquoi des différences que l'on remarque dans la toxicité des espèces, pas plus chez les Poissons que chez les Plantes.

Il y a dans l'histoire des Poissons vénéneux quelques faits très singuliers, ou qui nous apparaissent tels, à travers les observations qui nous les rapportent. Les anciens auteurs, surtout aux Antilles, citent des lieux de pêche bien délimités, où les Poissons sont particulièrement dangereux et le sont même toute l'année, sans que leur estomac révèle cependant une nourriture particulière. Les mêmes Poissons sont sains dans d'autres localités. En Océanie, des atolls entiers sont déclarés « *Tabou* » à ce point de vue ; d'après le professeur Agassiz, les Poissons qu'on y pêche sont toxiques toute l'année, et l'on indique sur les cartes des lieux ainsi suspectés. Le P. Montrouzier, Jouan, signalent également des localités voisines où les Poissons de même espèce sont là inoffensifs, ici vénéneux. Le commandant Blaise nous a affirmé que tout le Poisson pêché aux îles Taua et Aratika, dans l'archipel Tuamotou, est vénéneux, et nous a cité, en confirmation, des passages de lord

Auson et Byron, qui, passant en 1765 à l'île Tinian, durent s'abstenir totalement de Poisson, en raison des accidents graves que provoquait cette nourriture, où sans nul doute, de nombreuses espèces étaient représentées.

A côté de ces faits, il en est d'autres, plus précis, que l'on a relevés dans l'histoire de quelques espèces vénéneuses, telle que la Bécune aux Antilles. Il faut rejeter, disent les auteurs, les individus qui ont les dents noires, une odeur particulière, le foie d'un goût amer, et chez lesquels le « toucher rectal » — suivi de gustation — révèle une âcreté particulière. La Bécune toxique laisserait écouler, au dire de Plée, « une eau blanche ou plutôt une sorte de sanie » ; d'après Poey, elle est souvent amaigrie : « *estando la Picuda flaca, el que le come larga el pelo* » disent les pêcheurs havanais. Le sieur de la Motte qui voyageait à Maurice vers 1754, parle des Vieilles (*Scarus Spp.*) qui, lorsqu'elles ont les dents noires « donnent des convulsions, font tordre les membres et mettent dans un état affreux ». Cantor cite *Clupeonia perforata*, des îles Malaises, comme ayant déterminé un grand nombre d'accidents, quelques-uns mortels, en 1822, 1823, 1825. Les Poissons pêchés avaient les yeux de couleur rouge, ils n'étaient pas toxiques lorsque la cornée était normalement de couleur argentée.

Les connaissances acquises sur la pathologie des animaux inférieurs, bien qu'encore peu étendues, permettent d'envisager l'explication possible de ces derniers faits, et peut-être d'y rattacher les premiers, qui demeurent, dans le sujet, le « *hic sunt leones* » posé par les anciens cartographes sur le vide mystérieux des continents inexplorés.

On commence à connaître les microorganismes pathogènes des animaux à sang froid. Forel et Du Plessis, Sanarelli, Macé, Emmerich, Fischel et Enoch, Sieber-Schoumov ont étudié un certain nombre de Microbes, sévissant sur les Poissons et amenant leur mort. Aroustamov a montré que la toxicité accidentelle de la chair de l'Esturgeon est due au développement *post-mortem* (?) d'une Bactérie. De semblables recherches n'ont jamais été faites sur les Poissons « toxicophores » chez lesquels on peut soupçonner un état maladif.

Une observation qui fit quelque bruit est celle des empoisonnements produits par les Moules d'un bassin de radoub, à Willemshaven. Les Mollusques toxiques perdaient cette qualité lorsqu'on les transportait dans une eau saine ; inversement, des Moules saines devenaient extrêmement toxiques par un séjour de quelques

semaines dans le bassin. La toxicité put être communiquée à des Astéries, parallèlement aux Moules vivant sur le même fond. Ces expériences, qui ont montré expérimentalement l'influence du lieu de pêche, paraissent ressortir en dernière analyse, à un état pathologique des Moules toxiques, vivant dans une eau polluée, ne se reproduisant pas, et en proie à un certain nombre de Bacilles, dont l'un au moins pathogène.

La « mytilotoxine » serait, soit un produit de sécrétion de ce Bacille, soit une leucomaïne produite dans les tissus du Mollusque infesté. C'est là certainement un indice de valeur pour l'éclaircissement des faits inexpliqués auxquels nous faisions allusion, et du secret, invisible pour les profanes, qui permet aux indigènes des Antilles et du Pacifique de distinguer presque sûrement les individus ou les espèces de Poissons toxiques.



CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Séance du 24 Avril 1900.

LES CILS VIBRATILES (1)

PAR

P. VIGNON,

Préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Paris.

Messieurs, l'étude des cils vibratiles, qui semblerait, au premier abord, d'une nature un peu spéciale, se révèle bientôt comme une des plus attachantes de la biologie générale. Il s'agit, en effet, par l'emploi combiné des méthodes d'observation directe et des procédés cytologiques, d'abord de caractériser l'appareil vibratile au double point de vue de la morphologie et de la physiologie ; puis de préciser la part que prennent à son fonctionnement les divers organes de la cellule. Notre travail doit donc se diviser en deux parties.

I. — ÉTUDE MORPHOLOGIQUE ET PHYSIOLOGIQUE.

Définitions. — Le *cil vibratile* est un pseudopode modifié, non anastomosable avec ses voisins, permanent, du moins pendant une certaine période de la vie de l'être qui en est pourvu, capable d'exécuter en tous sens, autour de son point d'insertion sur la paroi cellulaire, des mouvements très agiles, souvent rythmiques, confor-

(1) Dans cette causerie, je ne me propose pas d'exposer complètement la question des cils vibratiles, bien moins encore d'en donner un historique détaillé. Il me suffira d'indiquer comment se posent, à mon avis, un certain nombre des problèmes que soulève cette étude.

Quelques observations personnelles, encore inédites, seront rapportées sommairement. Les dessins inédits sont indiqués dans les légendes explicatives.

mément aux impulsions transmises par le cytoplasma. C'est parfois un organe tactile; mais son rôle essentiel est de faire mouvoir, tantôt l'être lui-même, tantôt le liquide ambiant.

Nous ne distinguons les *cils vibratiles* des *flagelles* qu'en attribuant aux premiers des mouvements plus ou moins étroitement combinés avec ceux de leurs voisins, aux seconds des mouvements plus individuels, sans demander trop curieusement si nous devrions appeler de l'un ou de l'autre de ces noms les cils épithéliaux lorsqu'il n'y en a qu'un par cellule, ou les touffes de flagelles des Polymastigides. Quant aux *cirrhes*, aux *flammes*, aux *membranelles* et aux *palettes*, ce sont, pour les cils vibratiles, des modes de groupement et d'accollement bien connus.

Rapports des cils vibratiles avec les pseudopodes. — *Les cils vibratiles se forment et disparaissent comme des pseudopodes.* — La cellule amiboïde qui va se transformer en zoospore, tantôt garde, pour en faire ses flagelles, deux de ses pseudopodes d'Amibe (fig. 1, *Microgromia socialis*, d'après R. Hertwig, **74**), tantôt émet

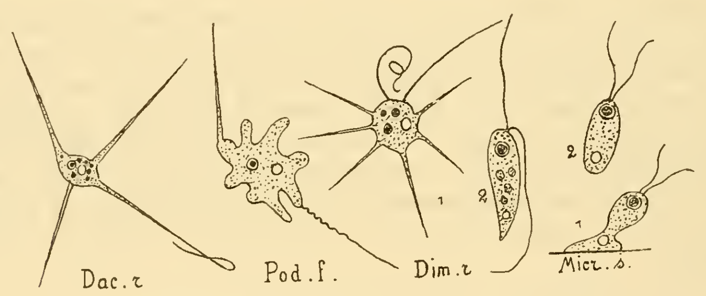


Fig. 1. — Relations morphologiques des pseudopodes avec les cils. — *Dac. r.*, *Dactylosphærium radiosum Ehrbg* (d'après Bütschli, 80-82); *Pod. f.*, *Podostoma filigerum* (d'après Claparède et Lachmann, 58); *Dim. r.*, *Dimastigamœba radiata* (d'après Klebs, 93); *Micr. s.*, *Microgromia socialis*, formation de la zoospore (d'après O. Hertwig, 94).

deux pseudopodes nouveaux, d'abord courts et massifs, qui, rapidement, s'allongent en flagelles vibratiles (*Ulothrix*, d'après Maupas, **76**a). S'il faut en croire Zopf (**85**), lors de la division des zoospores des Myxomycètes, c'est leur filament d'union lui-même qui devient le flagelle de l'une des deux.

Les Tentaculifères possèdent, d'après de nombreuses observations concordantes, la faculté de rentrer leurs suçoirs, ainsi que la tige qui les fixe, s'il y a lieu, puis d'émettre une bordure de cils vibratiles

dans une zone déterminée de leur pourtour. Par cette transformation, ils retournent à leur état embryonnaire. Il arrive que ce retour au stade cilié s'effectue après une période de jeûne (*Podophrya fixa*, MAUPAS, **76b**) ; ce phénomène peut s'accomplir, au contraire, après que le Tentaculifère vient d'achever un repas (*Sphærophrya*, d'après ENGELMANN, **62**). PLATE (**86**) l'a constaté chez *Dendrocometes*, forme parasite des *Gammarus*, au moment où la mue de l'hôte nécessite le déménagement du parasite. L'animal, pour se fixer à nouveau, rentre ses cils vibratiles, et développe ses suçoirs. L'une ou l'autre des transformations s'effectuent, d'après MAUPAS, en une vingtaine de minutes. Les cils résultent ici encore de l'allongement et de la différenciation de simples pseudopodes. C'est d'une façon analogue, que, lors de la division des Vorticelles, on voit l'individu fille, privé de bouche et de pédoncule, se munir d'une couronne ciliaire embryonnaire, le long d'un sillon circulaire qui restera parfaitement marqué, après la disparition des cils, chez l'individu adulte et fixé.

NEUMANN (**75**), d'autres aussi, ont vu le péritoine des Amphibiens femelles devenir vibratile lors de la maturité des œufs, afin de conduire ceux-ci jusqu'à la trompe. (Nous avons obtenu des coupes excellentes de ces cils, sans avoir encore pu comparer, cytologiquement, le stade cilié avec le non cilié.) MORAU (**91**) a étendu cette observation aux Mammifères.

Il existe des pseudopodes vrais, doués de mouvements analogues à ceux des flagelles. — Dès 1835, DUJARDIN a observé les oscillations rapides des extrémités des pseudopodes, chez les Foraminifères. Nous dessinons (fig. 1) les pseudopodes oscillants et mobiles en tous sens de *Dactylosphærium radiosum*, d'après BÜTSCHLI (**78** et **80**) et ceux (plus caractéristiques, parce qu'ils sont plus nettement distincts du corps de l'Amibe pendant leur stade d'expansion), de *Podostoma filigerum*, d'après CLAPARÈDE et LACHMANN (**58**). De ce cas on passe facilement à celui des Amibes doués de flagelles permanents, tels que *Dimastigamœba radiata*, que nous reproduisons (fig. 1, *Dim. r. 1* et *2*) d'après KLEBS (**93**). Nous pouvons encore rappeler ici ce singulier Héliozoaire, le *Dimorpha mutans* (fig. 8, d'après BLOCHMANN, **94**), qui complète le cercle de ses pseudopodes radiaires par deux flagelles permanents : quand il rentre ses pseudopodes d'Héliozoaire, c'est un véritable Flagellé. On connaît enfin les expériences de ZACHARIAS (**84**) qui, par de légers changements dans la nature chimique du milieu, transforme, soit en rares flagelles, soit dans une bordure de cils vibratiles, les pseu-

dopodes des spermatozoïdes amiboïdes d'un Cladocère, *Polyphemus pediculus*. En 1885, le même auteur a pu, sous les mêmes influences, déterminer le remplacement, par un flagelle unique, des cils intestinaux d'un Turbellarié, *Stenostomum leucops*.

Nature du mouvement ciliaire. — Il semblerait d'abord que, pour étudier le mouvement ciliaire, il fût nécessaire de diviser les êtres pourvus de cils vibratiles en deux grands groupes. Dans le premier, nous placerions ceux qui exécutent en tous sens, grâce à leur appareil ciliaire, des mouvements non rythmiques, combinés et d'apparence volontaire; dans le second, ceux dont la vibration est régulièrement orientée et paraît se poursuivre sans arrêt, d'une façon rythmique, *jusqu'à la mort réelle du tissu*. La vibration rythmique, propre aux épithéliums, nous apparaîtrait alors comme certainement indépendante du système nerveux, suivant l'affirmation de plusieurs auteurs, entre autres de Bergh (**94**); au lieu qu'une conclusion contraire semblerait s'imposer en ce qui concerne les vibrations non rythmiques (1).

Or nous allons voir que cette distinction est trop absolue. Les deux modes de vibration se rapprochent par presque tous leurs caractères. Si le premier est sous la dépendance du système nerveux, il en est de même du second.

Vibrations non rythmiques. — L'allure générale des vibrations d'apparence volontaire est bien connue; mais le problème qui se pose consiste à déterminer jusqu'à quel point ces vibrations sont commandées par le système nerveux. Il ne nous semble pas impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, d'arriver à une première solution, encore bien approximative sans doute, et de conclure que le système nerveux agit réellement sur ces vibrations.

Voici comment il nous semble qu'il faille procéder. Nous devrons étudier la nature des mouvements exécutés, et chercher si l'origine de ces mouvements, ainsi que leurs modifications, doivent être rapportées à l'être qui les exécute, ou simplement à l'action du milieu dans lequel il est plongé. Si nous jugeons d'une part que les excitations extérieures sont incapables de produire *directement* les

(1) Chamil (**81**) rapporte que, ni les poisons musculaires, ni les poisons nerveux (curare, cicutine, nicotine), n'agissent sur le mouvement ciliaire; de plus, ce mouvement continuerait après la perte de l'excitabilité nerveuse. Nous n'insisterons pas ici sur cette question, nous réservant de rechercher ultérieurement comment les données négatives, relatives à l'action du système nerveux sur le mouvement vibratile, pourraient s'accorder avec les faits positifs que nous rappelons plus loin dans cette causerie.

effets observés, et si d'autre part la *coordination* de ces mouvements est évidente, nous devrons conclure que l'être possède la faculté de transmettre aux cils des ordres de mouvement.

Ce premier résultat atteint, nous devrons rechercher quel peut être le mécanisme de cette transmission. Si, dans la grande majorité des cas, ce mécanisme nous échappe absolument, nous ne croirons pas devoir changer pour cela le sens de notre conclusion première, et nous nous contenterons de classer les faits observés dans la catégorie trop grande de ceux qui attendent encore, et peut-être pour longtemps, une explication satisfaisante.

Nous voudrions préciser d'abord à quelles conditions les agents extérieurs pourront agir sur le cil vibratile. Une première catégorie d'agents, tels que les agents lumineux, calorifiques ou électriques, seront évidemment capables, suivant l'orientation des vibrations qu'ils produiront, d'exercer sur les diverses génératrices du cil des effets inégaux. D'autres agents, de nature chimique, se feront au contraire sentir au cil d'une manière uniforme : c'est ce qui se produira toutes les fois que l'épithélium considéré sera mis en contact avec un liquide dont la composition variera dans son ensemble.

Ceci posé, nous nous demanderons si, par leur nature même, les fibrilles dans lesquelles il est légitime de décomposer le cil, au moins idéalement, suivant ses diverses génératrices, sont douées, les unes et les autres, de la même irritabilité, ou si elles réagissent inégalement vis-à-vis des agents extérieurs. Eh bien ! nous l'ignorons totalement ; mais, de prime abord, nous n'avons pas le droit de décomposer le cil autrement qu'en fibrilles d'égale irritabilité ; car la supposition inverse, tant qu'elle serait absolument gratuite, aurait quelque chose de choquant.

La conclusion qui s'impose, provisoire si l'on veut, est que, seules, les forces qui agissent dans une direction déterminée, plus ou moins oblique à la surface sur laquelle le cil est implanté, seront capables de modifier l'orientation de ses mouvements et de le déterminer à battre dans une nouvelle direction. Les excitations uniformes ne pourront que rendre ses contractions plus ou moins énergiques, sans en modifier le sens.

Quant aux agents capables de s'opposer mécaniquement à la contraction de quelques-unes des fibrilles élémentaires du cil et, par suite, capables de changer le sens de ses contractions, ils n'ont qu'un effet localisé à la région précise du corps avec laquelle ils se trouvent en contact.

Sans vouloir insister plus qu'il ne convient, soit au caractère spéculatif des considérations de cet ordre, soit au ton très simple de cette causerie, nous pourrons nous appuyer sur ces quelques idées directrices pour faire intervenir l'être lui-même, en tant qu'agent physiologique, dans le jeu de ses cils vibratiles. En effet, partout où nous verrons les cils, soit modifier le sens de leurs contractions sous la seule influence d'un agent chimique, soit réagir avec ensemble contre des excitations irrégulières et plus ou moins localisées, nous conclurons à l'existence d'un agent physiologique central. Remarquons d'ailleurs que si, pour arriver à la première de ces conclusions, nous avons dû introduire une hypothèse, celle de l'égale irritabilité du cil suivant ses diverses génératrices, il n'en est plus de même pour notre seconde affirmation : c'est une propriété indiscutable de l'être vivant lui-même, agent régulateur du fonctionnement de ses organes, que de répondre par des mouvements coordonnés à des excitations qui ne l'atteignent que sur des points spéciaux.

Les mouvements exécutés par les êtres auxquels les cils vibratiles servent d'agents de locomotion obéissent tous à une première cause purement physiologique, qui est la contractilité du protoplasma vivant, développée à un haut degré dans le cil vibratile.

La simple oscillation pendulaire du cil, résultat des contractions alternatives de deux fibrilles ou de deux groupes de fibrilles opposées, est déjà quelque chose de remarquable et de très mystérieux.

Le phénomène physiologique monte d'un degré quand une de ces contractions se montre plus énergique que l'autre, et cela régulièrement, de façon que, synchroniquement, les cils battent dans une direction déterminée. Telle est la nature des mouvements natatoires exécutés par les larves ciliées. Mais, étant donné ce mouvement vibratoire caractéristique, pour comprendre certaines de ses modifications, il n'est nécessaire de faire intervenir aucune action physiologique plus complexe. Nous comprendrons que ces larves fuient ou recherchent la lumière, par exemple, par le seul effet des rayons lumineux. Il se produit là des actions inégales, tant sur les fibrilles élémentaires d'un cil donné, que sur l'ensemble des régions ciliées de la larve.

Si maintenant nous passons à des êtres tels que les Infusoires, le phénomène physiologique est presque du même ordre que celui par lequel les êtres supérieurs meuvent leurs appendices. Nous ne voulons présenter qu'un croquis rapide de ces mouvements des Infusoires : il suffira cependant à mettre en évidence l'action régulatrice d'un système nerveux, si rudimentaire qu'on le suppose.

Les Infusoires Hypotrichides courent sur leurs cirrhes ventraux avec une extrême agilité. Ils exécutent des mouvements parfaitements coordonnés, poursuivent une proie, évitent un obstacle, s'arrêtent et repartent pour ainsi dire à volonté. Pour que leur allure ne soit pas celle d'un ataxique ou d'un ivrogne, si l'on nous passe cette comparaison, il faut qu'ils aient un moyen de coordonner à chaque instant les mouvements respectifs de leurs cirrhes, de façon que le petit mécanisme vivant obéisse, dans son ensemble, aux excitations forcément locales qu'il subit sur les diverses régions de son corps. Nous avons vu souvent des petits Hétérotrichides, tels que des *Paramecium*, enfermés entre des débris de membranes formées par des Bactéries agglutiuées. Ils combinent alors les actions énergiques de leurs cils avec les contractions variées de tout leur corps, pour s'insinuer dans les espaces les plus étroits, reculer s'ils ne peuvent réussir à forcer le barrage, recommencer tout près de là et triompher enfin de l'obstacle qui leur est opposé. Or, les excitations produites par les débris végétaux sont à chaque instant plus ou moins localisées, tandis que l'Infusoire y répond par les mouvements combinés de l'ensemble de son appareil vibratile. Le cas suivant nous paraît tout à fait démonstratif à cet égard. Voici un petit Infusoire cilié, arrêté dans le champ du microscope, avec tous ses cils en extension. Vient-il à être heurté par un de ses voisins, en un point donné de son corps, vite il s'élance à son tour en battant l'eau de tous ses cils à la fois. L'ordre de mouvement est transmis d'une façon pour ainsi instantanée à l'ensemble de l'appareil ciliaire, et les vibrations se produisent avec une parfaite coordination.

On connaît le *Didinium nasutum* observé par Balbiani (**73**). On sait qu'il se meut par les mouvements diversement combinés de deux couronnes ciliaires. Quel que soit l'excitant extérieur qui provoque, en un point déterminé, un changement dans le plan de vibration de quelques-uns des cils d'une des couronnes, les autres cils suivent aussitôt, de façon que les vibrations restent coordonnées dans chaque couronne. Encore sommes-nous certainement dans l'erreur en supposant que l'excitation doive forcément se produire sur l'un des points d'une région ciliée : il est certain que si l'Infusoire vient à être excité sur un point quelconque de son corps, en dehors de ses couronnes de cils, celles-ci ne réagiront pas moins par un phénomène physiologique analogue aux réflexes des animaux supérieurs.

Bornons là ces exemples. Tout à l'heure, à propos des cils épithéliaux, nous aurons encore l'occasion de faire appel aux prin-

cipes qui nous ont guidé dans ce rapide examen. Ajoutons simplement que, si la transmission aux cils vibratiles d'un ordre de mouvement déterminé est chose difficile à comprendre, elle ne l'est pas davantage, sans doute, que la faculté possédée par les Tentaculifères de développer, à volonté, l'un ou l'autre de leurs deux systèmes de pseudopodes.

Il y aurait beaucoup à dire sur les mouvements propres aux diverses espèces de Flagellés. Sans en aborder l'étude, disons qu'en dehors du mode de vibration régulière caractéristique de l'espèce examinée, un flagelle est presque toujours capable d'exécuter les mouvements les plus divers et les moins rythmiques. C'est ainsi qu'on peut rencontrer des Flagellés immobiles qui emploient leur cil comme un organe tactile en le tendant et l'infléchissant doucement en tous sens. Plenge (99) a étudié des spores de Myxomycètes, dont le flagelle pouvait rester immobile sur une plus ou moins grande partie de sa longueur, en n'exécutant que par sa pointe son mouvement conique caractéristique. Un instant après, par une brusque vibration de l'ensemble du flagelle, la spore repartait dans une autre direction. Ces mouvements, il est vrai, ne nécessitent pas une véritable coordination. Mais l'action motrice propre à l'être vivant apparaît avec une extrême évidence quand on examine des organismes munis de deux flagelles dont le rôle est différent, l'un des deux servant de rame et l'autre de gouvernail.

Vibrations rythmiques des épithéliums ciliés. — Mettons à part, tout d'abord, les vibrations locomotrices des êtres relativement supérieurs, comme les Planaires ou les Cténophores. Chez les Cténophores, les vibrations des palettes remplacent les contractions musculaires propres aux Méduses : il faut qu'elles soient coordonnées, pour que l'être puisse maintenir son équilibre, ou le rétablir si quelque cause extérieure l'a momentanément détruit. Quant aux Planaires, elles nous montrent des cils épithéliaux dont l'action est combinée de façon à permettre l'arrêt de l'animal ainsi que ses déplacements en tous sens. Si la Planaire butte sur un obstacle, il faut, en dehors des contractions musculaires du corps, que le mouvement de tous les cils soit modifié du même coup pour que l'animal exécute son changement de direction. Une pareille modification des vibrations est l'indice incontestable d'une action nerveuse.

A leur tour, les cils des épithéliums, si indépendants qu'ils soient de la volonté de l'être, quand ils n'ont pas d'action locomotrice, ne sont pas pour cela des pendules insensibles, montés d'avance

pour exécuter dans un plan fixe des oscillations rythmiques, et les poursuivre mécaniquement jusqu'à la mort du protoplasma.

Déjà on voit les cils d'un épithélium banal, tels que celui de l'intestin d'un Mollusque, s'arrêter parfois dans leur vibration, tous à la fois, pour repartir ensuite dans la direction opposée. Mais, voici deux observations plus instructives que nous avons faites sur les Palpes d'Anodonte. Dans la première observation nous voyons les cils marginaux du palpe battre perpendiculairement au plan de la lamelle, synchroniquement, et non pas par ondes successives. Dans une région déterminée, des fragments d'épithéliums viennent en contact avec quelques-uns des cils marginaux. Ceux-ci, sans doute directement gênés par l'obstacle matériel, se mettent à vibrer dans le plan même de la lamelle, c'est-à-dire à 90° du plan de leur vibration normale. Mais les cils voisins, que ne gêne aucun obstacle, imitent en même temps le mouvement des cils directement influencés, et cela sur une certaine étendue de l'épithélium. Le rythme nouveau s'établit d'une façon remarquable. l'impulsion étant donnée tantôt à droite, tantôt à gauche, à des intervalles réguliers. Dans la seconde observation, les choses se passent de même, sauf que, dans leur nouveau plan de vibration, les cils influencés, tant immédiatement que secondairement, battent par petits coups répétés, comme pour éloigner plus sûrement le corps étranger. En outre, dans l'établissement du nouveau mouvement, nous notons le parfait synchronisme des vibrations et la simultanéité de leurs changements de sens.

Arrivons maintenant à la remarquable observation faite par Parker (**96**) sur une Actinie, le *Metridium*. Normalement, les cils des lèvres et ceux des siphonoglyphes battent vers le fond du pharynx, tandis que ceux du disque oral entraînent les particules étrangères vers la périphérie. Approche-t-on quelque substance sapide, les cils du disque oral renversent leur mouvement et se mettent à battre synchroniquement vers la bouche. Nous avons pu répéter cette expérience sur des *Sagartia*, et nous avons obtenu des résultats analogues. Si nous appliquons à cet exemple le raisonnement que nous avons fait plus haut, nous devrons admettre que, l'action chimique de la substance sapide étant incapable de changer directement le plan de la vibration, c'est une impulsion réflexe qui a renversé le mouvement ciliaire, conformément aux nouveaux besoins de l'animal. Dans nos observations, quelques instants après l'ingestion, par la *Sagartia*, de l'encre de Chine délayée avec du peptone, tous les cils reprenaient un mouvement centrifuge, pour expulser les particules noires indigestes.

De même que les cils vibratiles changent, sous les influences les plus diverses, le sens de leur mouvement, on les voit parfois s'arrêter pour repartir un peu plus tard. M. Delage a bien voulu me rappeler le fait suivant, constaté par lui chez les Planaires Rhabdocœles : certains cils rigides, qu'on pourrait prendre pour des poils sensitifs non contractiles, ne sont que des cils normaux, momentanément arrêtés en extension. Nous avons fait la même observation sur des branchies de larves de Tritons.

Il s'agit là d'arrêts momentanés. Quant à l'arrêt définitif, résultant d'un trouble fonctionnel de la cellule, il se produit souvent bien avant la mort du tissu. Nous l'avons constaté immédiatement après la dilacération d'épithéliums intestinaux d'Anodonte dans la lymphe même de l'animal. La résection de la queue, chez les Têtards de Grenouille, suffit pour que, presque aussitôt, quelques-unes des cellules vibratiles arrêtent leurs cils, dans des phases variables de leur oscillation. C'est ainsi que nous avons vu quelques touffes de cils arrêtés en demi-contracture, en forme de crochets parallèlement orientés ; pendant ce temps les cellules ciliées du voisinage continuaient leurs mouvements.

Tous les exemples que nous rapportons ici nous paraissent caractéristiques d'une action motrice exercée par le protoplosma, action comparable à celle que produit le système nerveux, lorsqu'il existe en tant qu'organe bien défini.

Propagation des ondes vibratoires. — Quand les cils au lieu de se contracter tous ensemble, ne battent qu'avec un léger retard, par rapport à leurs voisins, on voit le mouvement se propager régulièrement par ondes parallèles. Ces ondes sont longitudinales ou transversales. On sait que les premières marchent dans une direction parallèle au plan de la vibration ciliaire, tandis que les secondes se propagent dans une direction perpendiculaire au sens du mouvement pendulaire du cil. Les membranelles de la zone adorale, chez les Infusoires, et les palettes des Cténophores, sont un exemple de vibrations longitudinales. Les membranelles des branchies des Acéphales, portées par les *cellules d'angle*, sont un exemple de vibrations transversales ; elles s'abaissent successivement vers l'intervalle des deux feuillets branchiaux, à la façon des touches d'un piano. Ce caractère essentiel n'est pas le seul qui distingue les membranelles des Infusoires de celles des Acéphales, à qui on les compare trop volontiers : tandis que les premières vibrent sur leur plat, les secondes battent sur leur tranche (fig. 2, 3, 5). La propagation des ondes, sur la branchie d'Anodonte, est du plus gracieux effet

quand la vibration a toute sa régularité, car elle se fait de gauche à droite dans chaque série, en regardant les fentes branchiales, les ondes marchant toutes à égale distance les unes des autres et en sens inverse sur les bords opposés d'une même fente.

Si nous continuons à nous placer en face du problème que nous nous sommes posé dans toute cette série de considérations physiologiques, nous pourrons remarquer que la propagation des ondes, dans le cas des *vibrations longitudinales*, s'accommoderait assez d'une explication purement mécanique, sauf pour la mise en marche de la première membranelle ; (on sait que, chez les Infusoires, on voit souvent les membranelles au repos). On pourrait dire que chaque membranelle, en s'abaissant vers la précédente, produit, même avant d'arriver à son contact, une rupture d'équilibre, résultant d'une compression très notable pu milieu liquide. Mais nous serons conduits à écarter cette interprétation, si nous nous rappelons les expériences de Verworn (**89**) sur un grand Infusoire Hétérotrichide, le *Spirostomum ambiguum*. En pratiquant une incision par le travers de la zone adorale, il a vu le mouvement oudulatoire s'arrêter au point lésé, sans le franchir (fig. 5, *Spir.*) Verworn avait donc, en détruisant la continuité de l'ectoplasma, coupé le courant nerveux qui propageait les vibrations. D'ailleurs, dans le cas des vibrations transversales, il serait difficile d'invoquer une rupture d'équilibre.

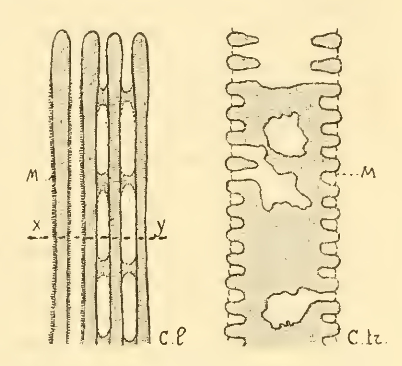


Fig. 2 — Disposition des membranelles sur la branchie d'Anodonte. — *C. l*, coupe parallèle à la surface branchiale ; *C. tr.*, coupe parallèle à la ligne *x. y*, c'est-à-dire perpendiculaire aux rayons branchiaux ; *M.*, membranelles.

Répartition des cils vibratiles dans le règne animal. — C'est là une question que nous ne traiterons pas, pour ne pas allonger cette causerie et aussi parce que la portée biologique de cette étude ne nous paraît pas encore suffisamment dégagée. Pourquoi les Nématodes ne possèdent-ils pas de cils vibratiles ? Pourquoi les Arthropodes en sont-ils à peu près dépourvus ? En ce qui concerne ce dernier groupe, il a été dit que la chitinisation des épithéliums

s'opposait à la production des cils. C'est vrai pour les téguments externes, mais nullement pour les épithéliums intestinaux du mésenteron, qui sont presque partout dépourvus de chitine.

Nous disons que les Arthropodes sont à peu près tous privés de cils vibratiles. On en a découvert, en effet, chez ces êtres, mais dans deux espèces seulement. Gaffron (**85**), puis Sedgwick (**88**), en ont trouvé, tout à fait accidentellement, dans le réceptacle séminal de quelques individus femelles de *Peripatus*. De ces deux auteurs, le second seul a pu observer les cils à l'état de vibration sur le vivant. Nous-même avons vu souvent des cils vibratiles en mouvement dans le tube digestif de la larve de *Chironomus* (**99**).

Conclusions. — Nous pensons avoir, dans cette première partie de notre étude, justifié suffisamment la définition que nous avions tout d'abord proposée, au double point de vue morphologique et physiologique. Les cils vibratiles se sont révélés à nous comme des pseudopodes particuliers, dans lesquels s'est localisée la contractilité caractéristique de l'ectoplasma. Nous avons montré l'action directe de l'être dans l'apparition de cet appareil moteur, dans la production, l'orientation et la régularisation de la vibration.

Voyons maintenant jusqu'où nous pourrons pénétrer dans la connaissance intime de l'appareil ciliaire considéré dans ses rapports avec le cytoplasma.

II. ÉTUDE CYTOLOGIQUE.

En regardant, dans ce qui précède, l'appareil ciliaire par le dehors, nous avons dit que le cil était un pseudopode modifié. Quoi de plus simple en apparence que cette expansion filiforme de l'ectoplasma ? Cependant, si l'on veut bien examiner les figures cytologiques qui accompagnent ce travail, surtout les figures 3 et 8, relatives, la première à quelques dispositions réalisées chez les Métazoaires, la seconde à d'autres dispositions propres aux Protozoaires, on pensera tout d'abord que l'appareil ciliaire est quelque chose de passablement inextricable.

En premier lieu l'insertion directe sur la cellule n'est pas constante. Parfois on voit les cils juchés, comme sur des échasses, à l'extrémité de bâtonnets plus ou moins allongés. A l'articulation du cil avec le bâtonnet, ou avec la cellule, nous avons figuré, mais pas partout, des granulations fortement colorables. Tantôt le cil ne s'enfonce pas du tout dans l'intérieur du cytoplasma, tantôt il y

pénètre par des racines d'importance variable. Parfois, chez les Protozoaires, ces racines contractent avec le noyau des unions mystérieuses.

Ce sont là des structures très diverses : leurs variations même devront nous avertir qu'elles ne sont pas essentielles. Pour nous rassurer de suite nous pourrons considérer la figure 4, sur laquelle, chez *Chironomus*, dans la même section du même organe d'un seul individu, nous avons pu relever un certain nombre d'exemples de structures très diverses. (Si les granulations colorables n'y figurent pas, ce n'est pas qu'elles en soient radicalement absentes, mais parce qu'elles sont indiscernables sur le vivant).

Ce sont ces diverses particularités de structure qui paraissent constituer autant d'organes de l'appareil vibratile ; nous devons les passer rapidement en revue, non pas au point de vue de l'histologie comparée; mais en nous maintenant sur le terrain de la Biologie générale. C'est dire que nous chercherons surtout à découvrir la *valeur* et le *rôle* de ces structures. Notre but est donc de déterminer comment la cellule se différencie réellement pour devenir vibratile. Pour y atteindre, le plus sûr paraît être d'examiner, en même temps que les cellules vibratiles, celles qui ne le sont pas, afin de voir si quelques-uns de ces organes, soi disant particuliers à l'appareil ciliaire, ne se retrouvent pas tout pareils chez les cellules non vibratiles. Cet examen nous conduira, pensons-nous, aussi près que possible du résultat cherché.

LES SEGMENTS BASILAIRES, LA BORDURE EN BROSSE ET LA CUTICULE. — Les cils vibratiles sont, d'une façon constante, en relation directe avec le cytoplasma; mais la paroi superficielle de la cellule n'en est pas moins, dans un nombre considérable de cas, le siège de différenciations spéciales, destinées à la protéger, sans nuire aux échanges osmotiques entre la cellule et le milieu ambiant. Ces différenciations protectrices sont d'une part la *bordure en brosse*, d'autre part la *bordure de prismes creux*. L'étude de ces formations pariétales a occupé un très grand nombre d'histologistes ; nous avons eu ailleurs l'occasion de compléter ou de rectifier en quelques points les idées généralement admises, grâce à des recherches effectuées sur les tissus vivants. Nous n'avons pas à insister ici outre mesure sur cette question, qui n'intéresse que secondairement l'étude de l'appareil vibratile : aussi, sans entrer dans aucune considération historique ou critique, nous nous bornerons à caractériser rapidement ces formations et à préciser leurs rapports avec les cils vibratiles.

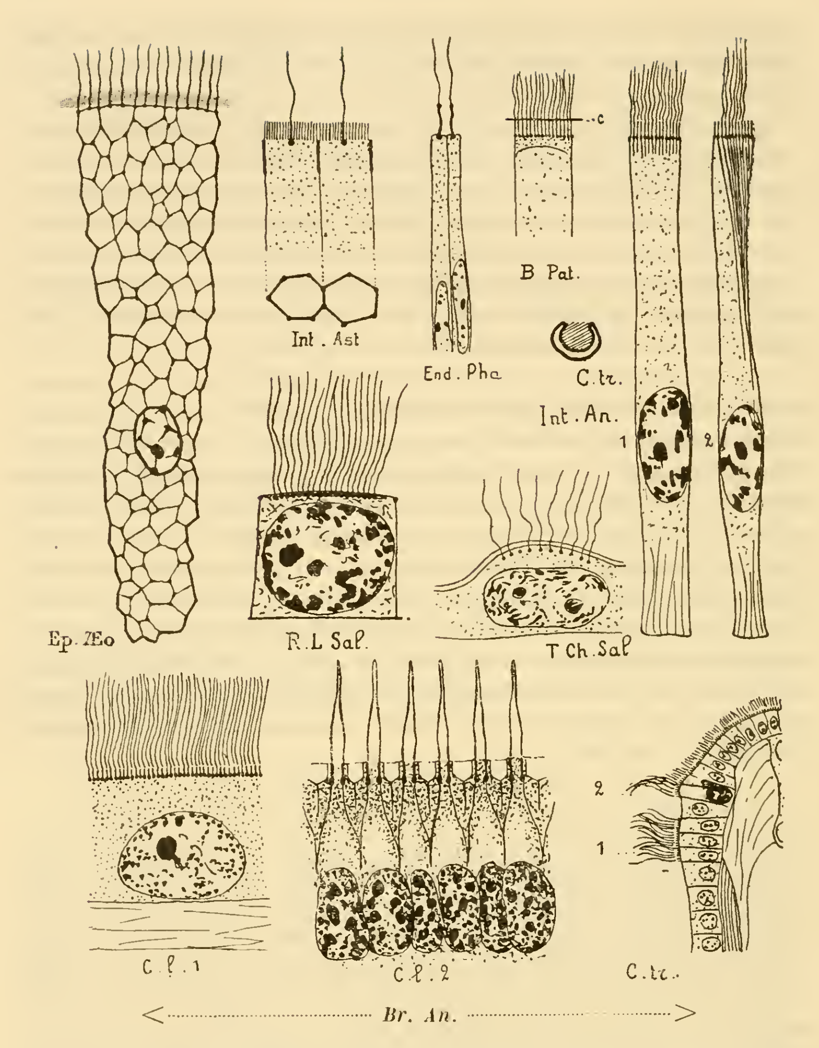


Fig. 3. — Cellules vibratiles sans bordure en brosse. — *R. L. Sal.*, rein larvaire de la Salamandre, première section (d'après Vignon 1900) ; *Ep. Æo.*, épiderme d'*Æolis* (id.) ; *T. Ch. Sal.*, Tela chorioidœa de la Salamandre (d'après Studnicka, 99).

Cellules à bordure en brosse. — *End. Pha.*, champs latéraux dans l'endostyle de *Phallusia* (inéd); *Int. Ast.*, cœcum d'*Asterina gibbosa* (inéd.); *Int. An.*, intestin d'Anodonte ; *1*, région souple ; *2*, région du typhlosolis, rigide ; *C. tr.*, coupe transversale de l'intestin (inéd.) ; *B. Pat.*, cavité buccale de *Patella lusitanica* ; *C*, cuticule (d'après Studnicka, 99) ; *Br. An.*, branchie d'Anodonte, structure fine ; *C. tr.*, coupe transversale d'un rayon branchial ; *C. l. 1*, coupe longitudinale au niveau des cellules latérales ; *C. l. 2*, id. au niveau des cellules d'angle qui portent les membranelles (inéd.).

Quand la cellule a gardé une paroi unie, les cils s'insèrent sur cette paroi, sans intermédiaire d'aucune sorte. La cellule peut, dans ce cas comme dans tous les autres, sécréter une cuticule, qui mérite ici le nom de *cuticule striée ou perforée*, puisqu'elle est traversée par les cils (fig. 3, *Ep. Eo.*; *T. Ch. Sal.*). Il existe aussi, rarement pensons-nous, des cuticules perforées, en l'absence de cils vibratiles, par exemple, celle de la zone pellucide, chez l'œuf des Mammifères.

Quand la cellule différencie sa paroi, dans le but de protection que nous avons rappelé plus haut, il se constitue, soit une *bordure en brosse*, soit une *bordure de prismes creux*. La bordure en brosse est une couche de bâtonnets dressés perpendiculairement à la surface libre de la cellule. La bordure de prismes creux est formée d'alvéoles contiguës, comme si les bâtonnets de la brosse s'étaient réunis en quinconces par de minces cloisons. Cette dernière formation paraît jusqu'ici réservée, chez les Métazoaires, aux téguments de quelques Vertébrés inférieurs.

Voici les caractères de la bordure en brosse. Cette formation est extrêmement répandue à la surface des épithéliums les plus divers, quelle que soit leur fonction physiologique ; mais, si elle est représentée dans un organe donné, elle manque souvent dans un organe homologue, chez un type voisin. Les bâtonnets qui en constituent la portion essentielle sont de nature protoplasmique. Sans doute ils sont différenciés physiquement et chimiquement, comme l'attestent, d'une part leurs ressemblances avec les cils vibratiles et les fibrilles intracytoplasmiques, d'autre part leurs affinités particulières pour quelques substances colorantes, telles que la fuchsine acide et le bleu d'aniline. Entre ces bâtonnets, il se dépose fréquemment une gangue réfringente, capable de masquer parfois, sur le vivant, la présence des bâtonnets. *Cette gangue n'est pas une cuticule*, car elle ne constitue pas une membrane résistante à double contour. C'est une simple substance agglutinante, à laquelle les bâtonnets, souvent étroitement pressés les uns contre les autres, ne laissent guère qu'une place minime. Elle se présente tant chez les animaux à jeun que chez ceux qu'on étudie en pleine digestion, et peut manquer tout-à-coup sur une certaine étendue de l'épithélium. Sa présence nous paraît résulter souvent, presque mécaniquement, du très grand resserrement des bâtonnets. C'est cette gangue qui a valu parfois à la bordure en brosse le nom inexact de *cuticule striée*.

La dénomination de *cuticule striée*, employée pour désigner la bordure en brosse, n'est pas seulement inexacte : elle empêche

d'homologuer les brosses homogènes ou semi-homogènes avec les brosses à bâtonnets libres et surtout avec les *brosses ciliformes*. Ces divers aspects de la bordure en brosse n'ont aucune signification morphologique spéciale : on les retrouve toutes réunies dans la 2me section du ventricule chylifique, chez la larve de *Chironomus* (fig. 4). Ils résultent des formes très variables que peuvent affecter les bâtonnets, doués de la plasticité caractéristique du cytoplasma. Ces bâtonnets sont généralement cylindriques et longs de 1 à 3 μ. Chez les Nématodes et les Arthropodes ils s'allongent souvent jusqu'à une dizaine de μ, rarement jusqu'à 20 ou 30 μ, tout en restant cylindriques, et en se montrant tantôt libres et tantôt englués. Parfois, sur des régions plus ou moins étendues, ils revêtent la forme effilée des cils vibratiles, dont ils ne diffèrent,

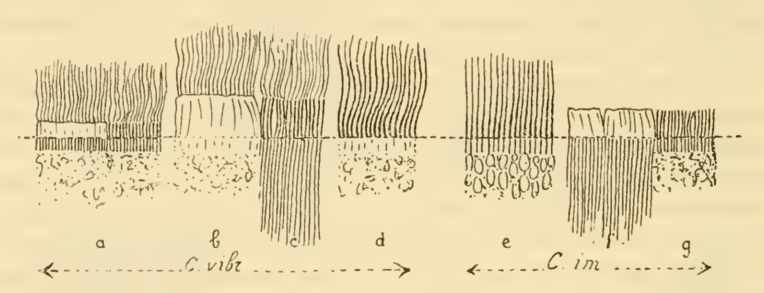


Fig. 4. — Bordure en brosse, cils vibratiles, zone ectoplasmique striée, racines ciliaires, chez la larve de *Chironomus plumosus*. Divers aspects qui peuvent se présenter, sur le vivant, chez le même individu, dans la deuxième section du ventricule chylifique ; *C. vibr.*, cellules à cils vibratiles ; *C. im.*, cellules non ciliées, où à brosse ciliforme immobile ; la ligne pointillée représente la surface des cellules épithéliales (inéd.).

dans ce cas, que par leur immobilité (fig. 4, *e*). Ils se montrent alors tout à fait dépourvus de gangue intercalaire.

La bordure en brosse ne s'oppose ni à la résorption, ni à la sécrétion par osmose tranquille. Elle n'est, pendant l'activité de la cellule, le siège d'aucune modification spéciale. La cellule sécrète parfois, par-dessus la bordure en brosse, une *cuticule vraie*, c'est-à-dire une membrane à double contour, résistante, souvent caractérisée par des réactions histo-chimiques très précises. Dans certains cas, la cuticule peut être beaucoup plus épaisse que la bordure en brosse sous-jacente.

Les relations de *l'appareil vibratile* avec *l'appareil pariétal*, tel que nous venons de le décrire, sont, normalement, des plus simples :

les cils sont insérés sur l'extrémité libre des bâtonnets de la brosse, ou sur les arêtes des prismes creux (fig. 3 et 4). Ces deux appareils, vibratile ou pariétal, rapprochés par ce fait qu'ils sont, l'un comme l'autre, constitués par des fibrilles protoplasmiques externes, gardent, normalement, toute leur individualité fonctionnelle. Exceptionnellement, ils peuvent subir des influences réciproques : 1° Le bâtonnet de la brosse peut se confondre avec le cil qu'il supporte (fig. 4, *d*). 2° Les bâtonnets de la brosse peuvent disparaître sur les cellules ou portions de cellules non ciliées (fig. 3, *Br. An.*, *C. l. 2*, *C. tr.*)

Les cils vibratiles peuvent coexister avec une mince cuticule, (fig. 3), qu'il existe ou non une *bordure en brosse.*

Les *bordures en brosse ciliées* avaient reçu d'Engelmann (**80**) le nom de *segments intermédiaires des cils*, de Frenzel (**86**) celui de *segments basilaires.*

Plusieurs auteurs ont voulu, à tort, établir entre les cils vibratiles et les bordures en brosse des liens ontogénétiques ou philogénétiques précis. Ces théories sont toujours hypothétiques et, dans quelques cas, nous les trouvons nettement en défaut. Nous les avons déjà discutées rapidement dans une note récente (**1900**) et n'y insisterons pas davantage ici.

Insertions des cils chez les Protozoaires.— Nous ne connaissons, chez les Protozoaires, aucune formation qui rappelle la *bordure en brosse*, et nous ne croyons pas que les stries du tégument des Grégarines doivent en être rapprochées. Les cils sont insérés sur les parois des alvéoles de l'ectoplasme, quand celles-ci sont bien développées. Nous rapprocherons à ce sujet notre dessin *Ep. Æo*, (fig. 3) des dessins *St. cœr.*, *Hol. d.*, *et Nass. au.* (fig. 8), en faisant remarquer que la disposition singulière réalisée chez l'*Æolis*, où les cils sont implantés tant sur le plafond des alvéoles que sur leurs parois latérales, n'a pas été retrouvée ailleurs, à ce que nous croyons. L'implantation des cils sur les parois latérales des alvéoles, ou sur les arêtes de celles-ci, a donné lieu aux descriptions dans lesquels quelques auteurs comme Strassburger (**76**) ou Engelmann (**80**) nous montrent les cils insérés sur de petits bâtonnets radiaires. On voit ce que représentent ces bâtonnets, qu'il ne faut pas confondre avec ceux de la *bordure en brosse.* Au contraire, nous sommes frappé des analogies des alvéoles ectoplasmiques des Infusoires avec la *bordure de prismes creux* des Métazoaires.

Les cils des Protozoaires ont fréquemment à traverser une cuti-

cule, qui recouvre tout l'animal, et qui devient, dans les zones ciliées, une *cuticule perforée*, analogue à celles que nous avons reproduites fig. 3.

Chez les Protozoaires, la contractilité est localisée dans la couche corticale, ou ectoplasma : les cils vibratiles en sont un prolongement direct. Quant aux *myonèmes* ou fibres musculaires corticales, elles sont une différenciation spéciale de l'ectoplasma et n'ont d'autres liens avec les cils vibratiles que des rapports de voisinage. (fig. 8, *St. cœr.*, *Hol. dis. M.*).

Chez les Métazoaires, il a été trouvé parfois une couche corticale plus ou moins analogue à celle des Infusoires. Nous ne citerons ici que la couche semi-homogène ou striée qui, chez les Arthropodes ou les Nématodes, constitue souvent les *segments intracytoplasmiques de la brosse* (fig. 4).

La question des racines ciliaires. — On appelle racines ciliaires toutes les formations fibrillaires par le moyen desquelles les cils ou flagelles se prolongent à l'intérieur du corps cellulaire. Elles sont connues depuis fort longtemps. Pour la facilité de la description, nous les diviserons en *racines ciliaires banales*, qui se perdent dans le protoplasma après un trajet plus ou moins long ; en *racines ciliaires d'apparence nerveuse*, et enfin en *racines insérées sur le noyau*. Peut-être, en effet, ces diverses sortes de racines ciliaires possèdent-elles des fonctions différentes ; même s'il n'en est rien, la chose vaut la peine d'être étudiée.

1° *Les racines ciliaires banales*. — Les racines ciliaires banales ne jouent aucun rôle dans le mouvement vibratile et ne se rattachent même que par des liens très lâches à l'appareil ciliaire proprement dit. Ce sont des fibrilles réfringentes, parfois biréfringentes, lisses ou variqueuses. Tantôt on les voit facilement sur le vivant, tantôt il faut user de procédés de macération auxquels Engelmann (80), a eu souvent recours. Sur les tissus bien fixés, les réactifs qui colorent le protoplasma les mettent nettement en évidence. Là où elles ne se rencontrent pas, il serait cependant toujours possible d'accuser de leur absence les réactifs fixateurs, de sorte qu'on se demandera tout d'abord si ces racines existent ou non d'une manière constante.

A ce point de vue notre fig. 3 (*Ep. Æo*), où elles manquent incontestablement, présente quelque intérêt, en prouvant qu'elles ne sont pas des organes essentiels de l'appareil vibratile.

Cette opinion se fortifie si l'on s'adresse à des cellules non vibra-

tiles où il est très fréquent, en effet, de trouver de magnifiques fibrilles identiques à des *racines ciliaires*. C'est le cas pour beaucoup de cellules à *bordure en brosse*. Aussi les théories philogénétiques auraient-elles quelque prétexte à s'emparer de la présence de ces fibrilles intracytoplasmiques. pour en faire, comme de la brosse elle-même, des organes résiduels. (Voir CHAMIL, **81**, que nous ne suivrons pas sur ce terrain). Il existe également des fibrilles de ce genre chez des cellules privées de *bordure en brosse* : nous en avons figuré notamment dans le gros intestin de la larve de *Chironomus*.

Nous estimons que toutes ces fibrilles longitudinales représentent de simples structures intracytoplasmiques, au même titre que les fibrilles basilaires, ou bâtonnets d'HEIDENHAIN, qui leur correspondent absolument (1). Nous avons vu d'ailleurs, dans le gros intestin de la larve de *Chironomus*, les fibrilles longitudinales supérieures se continuer avec les fibrilles basilaires.

La structure intracytoplasmique d'une cellule vibratile peut être aussi bien alvéolaire que fibrillaire, ce qui nous engage à n'attribuer qu'un intérêt purement historique aux diverses hypothèses émises sur le rôle que joueraient les racines dans le mouvement vibratile. C'est ainsi que les vues de STUART (**67**), de BONNET (**77**), de NUSSBAUM (**77**), de GAULE (**81**), sur les contractions, actives ou passives, dont ces racines seraient le siège pendant la vibration, n'ont pas été confirmées par les observations ultérieures. Quant aux idées d'ENGELMANN (**80**), sur le rôle *nourricier* que ces fibrilles joueraient à l'égard des cils, elles présentent encore moins d'intérêt.

Il a été dit aussi que les racines ciliaires, pas plus que les bâtonnets d'HEIDENHAIN, n'avaient d'existence objective au dedans du cytoplasma. On pensait alors qu'elles correspondaient à des plissements dans les *parois* latérales des cellules. Cette opinion a été soutenue dans de rares travaux, assez anciens. Elle est reprise par ELLERMANN (**99**) en ce qui concerne le cas particulier des cellules intestinales d'*Helix*, sans que l'auteur étende d'ailleurs ses résultats aux autres épithéliums, où l'existence d'une structure fibrillaire est incontestable.

Les fibrilles intracytoplasmiques constituent un appareil de sou-

(1) Il en est ainsi, même si, avec THÉOHARI (**1900**), on considère les bâtonnets d'HEIDENHAIN comme la simple expression d'une régularisation longitudinale du réseau protoplasmique : de la superposition des filaments longitudinaux rectilignes résulterait, sur le frais, ou sur des coupes trop épaisses, les apparences des bâtonnets. Nous ne pensons pas qu'il y ait à établir une distinction tranchée entre les filaments du réseau et les fibrilles vraies, que THÉOHARI veut en séparer : les fibrilles ne sont que des renforcements des filaments.

tien pour l'épithélium lui-même et non pour les cils qui n'en ont nul besoin. C'est ainsi que les cils géants de l'endostyle des Tuniciers ne se prolongent pas à l'intérieur des petites cellules qui les portent. Si toutefois l'appareil vibratile ou la bordure en brosse contractent avec les fibrilles internes des rapports précis, de telle sorte que les bâtonnets ou les cils se placent toujours sur le prolongement de celles-ci, c'est parce qu'elles représentent des renforcements du réseau kinoplasmique interne, avec lequel les formations fibrillaires externes sont en continuité directe de substance. Cette continuité est réalisée en dehors de toute différenciation fibrillaire, et c'est ainsi que nous voyons les cils épidermiques d'Æolis insérés simplement sur le plafond des alvéoles corticales.

2° *Les racines ciliaires d'apparence nerveuse.* — Nous grouperons dans ce paragraphe quelques cas dans lesquels l'étude des *racines* ciliaires présente un intérêt particulier.

Ce sont d'abord les cellules intestinales d'Anodonte, non pas celles de la muqueuse intestinale prise dans son ensemble, mais celles-là seules qui revêtent le bourrelet conjonctif fortement saillant et incompressible auquel on donne le nom de *typhlosolis*. La fig. 3 (*Int. An., C. tr.*) rend compte de l'aspect de l'intestin et des caractères propres aux deux sortes de cellule qu'on y rencontre. Les cellules 2, qui forment le revêtement épithélial du typhlosolis, possèdent des racines ciliaires très développées qui convergent en un cône vers la zone médiane de la cellule. Elles s'y groupent, suivant ENGELMANN (**80**), en un petit nombre de fibrilles principales, peut-être même en une seule; elles dépassent souvent le niveau du noyau et se perdent dans le cytoplasma sans atteindre la base de la cellule.

Nous estimons qu'il n'y aurait rien à ajouter à l'étude si remarquable d'ENGELMANN. APATHY (**97**) crut cependant devoir reprendre cette question. Il vit que ses imprégnations au chlorure d'or, par lesquelles il décelait ailleurs les très fines fibrilles nerveuses, coloraient très énergiquement le cône fibrillaire des cellules du typhlosolis de l'Anodonte. D'autre part, il crut voir que ces fibrilles alternaient avec les cils, au lieu de se prolonger avec eux. Il en conclut que le chlorure d'or lui avait permis de déceler un appareil spécial, formé de *neuro-fibrilles*, en alternance avec les racines d'ENGELMANN.

LENHOSSEK (**98**) a déjà répondu à APATHY que la fibrille principale du cône, n'atteignant jamais la basale, ne peut être une fibrille nerveuse; celle-ci, forcément, devrait être en continuation avec la

zone sous-épithéliale et entrer dans la cellule en quelque point. Nous ajoutons que le cône d'Apathy ne diffère pas du cône d'Engelmann. L'examen des dessins d'Apathy, ainsi que la comparaison des caractères histo-chimiques des racines ciliaires vraies et des soi-disant neuro-fibrilles, prouvent que ces deux appareils n'en font qu'un. Si les *neuro-fibrilles* d'Apathy retiennent énergiquement le chlorure d'or dans les diverses régions où il les a étudiées, elles se colorent aussi par l'hématoxyline alunée, comme lui-même nous l'apprend. Or, c'est un caractère que possèdent à un haut degré les fibrilles du cône d'Engelmann. Comme d'autre part les dessins d'Apathy ne prouvent pas du tout que ses fibrilles alternent avec les cils,

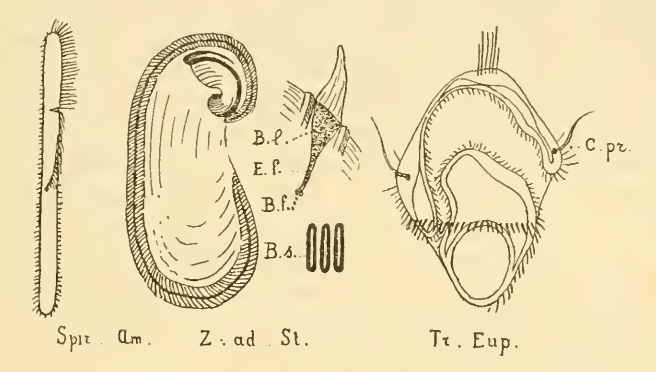


Fig. 5. — *Spir. am.*, *Spirostomum ambiguum* : les ondes vibratoires de la zone adorale ne se propagent pas au travers d'une incision pratiquée dans l'ectoplasme (d'après Verworn, 90) ; *Z. ad. St.*, zone adorale de *Stentor cæruleus*, pour montrer la fibrille basale *B. f.*, qui unit les lamelles basilaires *B. l.*, de toutes les membranelles ; *B. s.*, bourrelet basilaire d'une membranelle ; *E. f.*, filament terminal de la lamelle basilaire (d'après Schuberg, 89) ; *Tr. Eup.*, larve Trochophore d'*Eupomatus* ; *C. pr.*, cercle ciliaire préoral, dont les cils se mettent, par leurs racines intracytoplasmiques, en relation avec le nerf circulaire de Kleinenberg (d'après Hatschek, 85).

il n'y a plus la moindre raison de les distinguer de celles d'Engelmann. Quant à ces dernières, si elles forment dans la région du typhlosolis un appareil remarquablement développé, c'est en raison des compressions auxquelles l'épithélium est ici particulièrement exposé. Le cône fibrillaire de l'Anodonte n'est donc pas plus nerveux que ne le sont les racines ciliaires banales.

Voici maintenant deux exemples, empruntés à des types fort différents, mais que nous avons cru devoir rapprocher sur notre fig. 5. On y voit que les racines des membranelles du *Stentor*, en forme de lamelles triangulaires, aboutissent à un filament basal

qui les réunit toutes et court sous la zone adorale, plongé à une certaine profondeur dans le sein de l'endoplasme. Ce filament basal est figuré par transparence dans le dessin d'ensemble de la zone adorale. Comme il n'est pas contractile, nous pouvons penser, jusqu'à plus ample information, qu'il est de nature nerveuse et qu'il assure la propagation des ondes vibratoires dans la rangée des membranelles (voir SCHUBERG 89.) D'une façon très semblable, les gros cils du cercle préoral de la larve trochophore d'*Eupomatus*, un Serpulien observé par HATSCHEK (85), aboutiraient à un cordon annulaire qui constituerait le nerf de KLEINENBERG.

Nous ne pensons pas que les exemples d'organes intracytoplasmiques de liaison, constitués le long de certaines rangées de cellules vibratiles spéciales, soient encore bien nombreux. Aussi citons-nous ici les singulières racines ciliaires des cellules à membranelles, que nous avons décelées dans la branchie de l'Anodonte (fig. 3, *Br. An*, *C. l.* 2.). Ces racines ciliaires, au sujet desquelles nous sommes en désaccord formel avec ENGELMANN (80), se groupent deux à deux, de façon à constituer un dessin d'une régularité géométrique, répété sur toute la longueur des fentes branchiales; elles pourraient presque au même titre que les fibrilles circulaires d'HASTCHEK ou de SCHUBERG représenter l'appareil de propagation des ondes ciliaires. Des recherches d'histologie comparée nous renseigneront peut-être plus exactement sur ce point.

Nous devons faire une rapide allusion aux racines ciliaires des Infusoires. Ces racines paraissent assez peu répandues. Cependant les cirrhes marginaux (ENGELMANN, 80) et transversaux (MAUPAS, 83) de *Stylonichia mytilus* se prolongent dans l'intérieur de l'endoplasme vers le centre de la région ventrale. Ces auteurs ont pensé que leurs racines émanaient peut-être de quelque centre nerveux constitué dans cette région.

On voit combien vagues sont encore les notions que nous possédons sur toutes ces questions, qui intéressent si vivement la cytologie générale.

3° *Les racines ciliaires insérées sur le noyau.* — Nous ne voulons pas parler des relations que les racines ciliaires banales, au moment de se perdre dans le réseau général du cytoplasme, peuvent contracter avec celui du noyau. EIMER (77), qui a constaté, chez l'*Axolotl*, des unions de ce genre, a compris qu'elles correspondaient aux relations habituelles des deux réseaux.

Les cas que nous allons étudier sont relatifs aux cellules flagellées des Spongiaires et des Protozoaires, chez lesquelles le cil se pro-

longe fréquemment jusqu'au noyau, par le moyen d'une belle fibrille cylindrique parfaitement nette. Il est ensuite difficile de comprendre si cette fibrille pénètre dans le noyau, ou se confond simplement avec sa membrane La fig. 8 reproduit plusieurs exemples de ces faits, encore insuffisamment élucidés.

Pour tâcher cependant de nous rendre compte, au moins provisoirement, de ce qui se passe dans les cas de ce genre, nous ferons remarquer que ces unions ne sont pas constantes chez les cellules flagellées, et qu'elles ne sont pas particulières aux seuls flagelles vibratiles. Le flagelle de *Leucosolenia clathras*, représenté d'après Minchin (**92**, fig. 8, *Leuc. cl.*), ne se prolongeait certainement pas dans le sein du cytoplasma. Il en est de même chez un Flagellé, *Polytoma uvella*, que nous avons étudié et que nous reproduisons ici (fig. 8, *Poly. uv.*). Ni sur le vivant, ni après fixation au sublimé et coloration par l'hématoxyline ferrique, son protoplasma très alvéolaire ne révèle une différenciation de ce genre. L'opinion de Bütschli, exprimée par lui à Plenge (**99**), d'après laquelle les recherches ultérieures montreront chez tous les Flagellés l'union du flagelle avec le noyau, paraît donc trop absolue.

Examinons maintenant les pseudopodes des Héliozoaires : nous savons qu'ils se prolongent jusqu'au noyau, en un axe élastique, lorsque le noyau est au centre de l'animal. Lorsque le noyau n'est pas central, c'est un corpuscule central chromatique qui constitue souvent leur point de réunion. Chez ces êtres, il s'agit évidemment de quelque disposition squelettique. Un Héliozoaire particulier, *Camptonema nutans*, étudié par Schaudinn (**94**, fig. 8, *Camp. nu*), nous présente des insertions des axes des pseudopodes sur les divers noyaux de l'animal, et ces insertions paraissent très analogues à celles des flagelles vibratiles. Il est permis de penser que, dans le cas de ces dernières, ce qui se prolonge jusqu'au noyau constitue, de même, un axe simplement élastique, et que le but de cette union est de renforcer l'insertion du flagelle qui se fait sur un protoplasma trop diffluent. On sait d'ailleurs que Ballowitz (**89**), Ray Lankaster (**97**), veulent décomposer tout cil ou flagelle en un axe élastique, recouvert par un manteau de fibres contractiles.

Nous avons encore dessiné, fig. 8, un être très intéressant, *Dimorpha nutans* (d'après Blochmann **94**). Cet être, moitié Flagellé, moitié Héliozoaire, nous intéresse spécialement ici en ce que ses deux flagelles et ses divers pseudopodes se prolongent, les uns comme les autres, jusqu'à un corpuscule central logé dans une

encoche du noyau. Les axes des pseudopodes sont même différenciés au travers de la substance du noyau.

Plenge (99) a spécialement étudié, chez les zoospores des Myxomycètes, un mode d'union du flagelle et du noyau qui paraît quelquefois réalisé chez les Protozoaires, et dont la nature ne serait guère douteuse. Ici le noyau est plongé dans une masse de protoplasma spécial, plus solide que le reste du sarcode, et qui affecte la forme d'une poire. Le flagelle est inséré sur la pointe de la poire et se prolonge à son intérieur d'une manière que l'auteur n'a pas très nettement élucidée. Ce qui est certain, c'est que le flagelle, le corps en forme de poire et le noyau forment un tout assez rigide, de sorte que l'insertion du flagelle est, par ce procédé, parfaitement consolidée. Les vibrations de ce flagelle l'entraînent même tout autour de la surface de la spore amiboïde; dans ce mouvement de translation il ne se sépare pas du noyau. Nous voyons constitué de la sorte un groupement indissoluble des organes nobles de la spore. Mais rien ne nous autorise à croire que, dans ce groupement, le noyau joue vis-à-vis du flagelle le rôle d'un organe moteur.

Toutefois, en prévision des données que nous allons avoir à exposer, dans le paragraphe qui va suivre, relativement aux relations des cils vibratiles avec les centrosomes, nous devrons éviter d'interpréter trop nettement l'insertion du flagelle sur le noyau comme une disposition squelettique. On aura peut-être quelque jour lieu de penser que c'est une insertion avec le centrosome que le flagelle va chercher à la surface ou même dans l'intérieur du noyau. Le cas de *Dimorpha mutans* sera peut-être spécialement intéressant à ce point de vue.

Les granulations basilaires et la question des centrosomes. (*Hypothèse d'*Henneguy *et de* Lenhossek). — Lorsque les cils s'insèrent directement sur le corps de la cellule, il se trouve en ce point, parfois à une petite distance de la surface, une granulation spécifique, *la granulation basilaire*. Cette granulation constitue, sur le vivant, un corpuscule très réfringent, sur les coupes elle se colore par les colorants de la chromatine. Son aspect et ses caractères chimiques sont ceux du *centrosome*.

Quand les cils vibratiles sont insérées sur la cellule par l'intermédiaire d'une bordure en brosse, il existe à chaque extrémité des bâtonnets de celle-ci une granulation spécifique. Les caractères de ces deux séries de granulations ne sont pas identiques. Tandis que les *granulations inférieures* méritent d'être comparées en tous

points aux granulations basilaires précédemment définies, les granulations supérieures sont moins constantes, moins facilement colorables par les réactifs de la chromatine.

Donc, sauf exception, les *granulations inférieures* de la brosse représentent les véritables *granulations basilaires* des cils et possèdent, au même titre qu'elles, les caractères par lesquels on définit les centrosomes au point de vue chimique.

D'autre part, on sait qu'il a été découvert, dans un grand nombre de cellules au repos, des corpuscules doués des mêmes caractères histochimiques que les corpuscules polaires de la figure karyokinétique. Lorsque ces corpuscules des cellules au repos sont logés dans

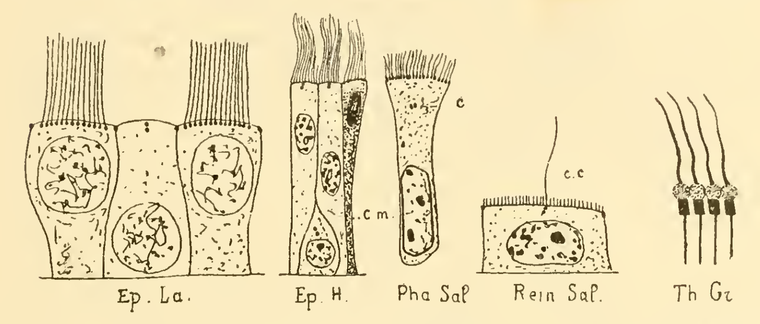


Fig. 6. — Granulations basilaires; leur interprétation. — *Ep. La.*, cellules ciliées, avec leurs granulations basilaires, de l'épididyme du Lapin et cellules non ciliées, avec leurs centrosomes (d'après Lenhossek, 98) ; *Ep. H.*, cellules ciliées de l'épididyme de l'Homme, avec des centrosomes ; *c. m.*, cellule morte, où l'auteur figure les granulations basilaires, mais pas de centrosome (d'après Zimmermann, 98) ; *Pha. Sal.*, cellule ciliée du pharynx de la Salamandre [avec confusion de la bordure en brosse et de ses granulations supérieures] ; *c*, granulations que l'auteur interprète comme des centrosomes (d'après Studnicka, 99) ; *R. Sal.*, rein de la Salamandre, deuxième section : *c. c.*, centrocil implanté sur des centrosomes (d'après Meves, 99) ; *Th. Gr.*, théorie de A. Graf, pour expliquer la vibration des cils (d'après A. Graf, 99).

une encoche du noyau, il n'y a point de doute qu'ils n'y représentent les centrosomes. Lorsque ces corpuscules sont placés, dans le sein du cytoplasma d'une cellule épithéliale, quelque part entre le noyau et la surface, généralement très près de celle-ci, et groupés le plus souvent au nombre de deux dans une petite sphère claire, on les considère presque unanimement comme représentant aussi des centrosomes. Dans quelques cas, ces centrosomes superficiels servent d'insertion à un filament, qui pend librement au dehors de la cellule, et au sujet duquel on ignore s'il est ou non vibratile, (Zimmermann, **94** et **98**, Meves, **99**). Ce filament a reçu le nom de *centrocil* (fig. 6, *Rein Sal.*, C. c.) La démonstration de l'identité des

corpuscules superficiels des cellules au repos (et plus spécialement de celles qui portent un centrocil), avec des centrosomes vrais, a été faite par MEVES (97) et HENNEGUY (98), lorsque ces auteurs ont, indépendamment l'un de l'autre, découvert des centrocils. insérés sur des *centrosomes fonctionnels*, dans les spermatocytes des Lépidoptères. Nous disons *centrosomes fonctionnels*, parce que, dans la mitose des spermatocytes de première et de deuxième ordre, ces corpuscules, porteurs des centrocils, ont fonctionné comme de véritables corpuscules polaires. Mais, puisque ces centrosomes fonctionnels portent un cil, vibratile ou non, ils constituent, vis-à-vis de ce cil, une *granulation basilaire*.

Chez les Lepidoptères, ce sont les centrocils qui, pendant l'évolution de la spermatide, vont devenir la queue du spermatozoïde. Il en résulte que, chez les divers spermatozoïdes dont les cellules mères et grand-mères ne portaient pas ce *flagelle anticipé* découvert par MEVES et HENNEGUY, le flagelle fonctionnel n'en est pas moins comparable à un centrocil, et le centrosome, placé quelque part dans le *segment intermédiaire*, reste comparable à la *granulation basilaire*. Nous passons sur les cas où la position des centrosomes chez le spermatozoïde est décrite d'une façon compliquée, même bizarre. pour représenter ici de préférence quelques stades de l'histogénèse des spermatozoïdes de *Bombinator igneus*, d'après BROMAN (1900, fig. 7, *Sp. Bomb.*). On sait que le centrosome des spermatozoïdes est considéré comme pénétrant dans l'ovule au moment de la fécondation, pour y présider à la première division du noyau de segmentation.

ERLANGER (97), a découvert à la base des cils qui, chez les spermatozoïdes vermiformes anormaux de *Paludina vivipara*, remplacent le flagelle unique des spermatozoïdes normaux de cet animal, une plaque chromatique, dont le développement aux dépens des centrosomes ne fait pas de doute pour lui. Cette plaque ressemble au complexe formé par les granulations basilaires, lorsqu'elles sont très rapprochées (Voir notre fig. 3, *R. L. Sal.*). Cette observation d'ERLANGER prouve que les centrosomes sont capables d'accroître leur nombre et leur substance, pour occuper, au pied des cils de ce spermatozoïde modifié, tout l'espace nécessaire.

Il en serait de même chez les Anthérozoïdes d'un certain nombre de végétaux (Cycadées, Filicinées, Characées), d'après la série toute récente d'observations de WEBBER, IKENO, BELAJEFF, HIRASE, SHAW, dont nous ne pouvons citer ici tous les travaux. Nous ne mentionnerons que le mémoire de SHAW (98) sur l'histogenèse des anthé-

rozoïdes de quelques Filicinées, et le mémoire de Belajeff (99), qui complète le précédent sur un point capital (fig. 7, *Anth. Mars*). A eux deux, ces auteurs ont suivi le centrosome fonctionnel du spermatocyte de premier ordre, à travers les transformations qu'il subit pour devenir la plaque chromatique énorme (ou *Cilienbildner*) sur laquelle se développent les cils de l'anthérozoïde parfait. Jusqu'à Belajeff (99), une grave lacune existait dans la connaissance de cette histogenèse : on avait bien découvert dans les spermatocytes un gros corpuscule chromatique, destiné à se transformer en *Cilienbildner* pendant la maturation de l'anthérozoïde. Mais, faute

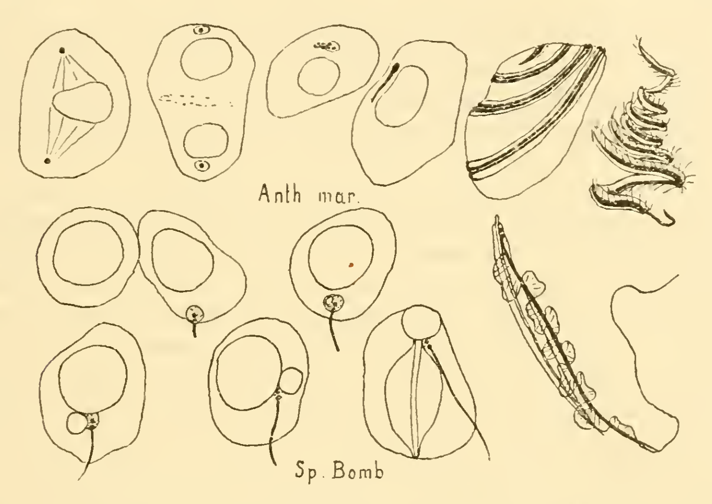


Fig. 7. — Blépharoplastes et centrosomes.— *Anth. Mar.*, histogenèse de l'anthérozoïde de *Marsilia* à partir du spermatocyte de deuxième génération (d'après Shaw, 98, corrigé par Belajeff, 99) ; *Sp. Bomb.*, histogenèse du spermatozoïde de *Bombinator igneus*, à partir de la spermatide (d'après I. Broman, 1900).

d'avoir observé les relations de ce corpuscule avec les fibres du fuseau, au moment de la mitose, on ne pouvait affirmer qu'il constituât un centrosome fonctionnel. Ausssi Webber lui avait-il donné le nom, moins compromettant, de *blépharoplaste*. Aujourd'hui la lacune est comblée et cette dénomination spéciale paraît tout-à-fait sans emploi. Une obscurité subsiste cependant dans l'histoire de ce centrosome formateur des cils de l'anthérozoïde : si la totalité du centrosome qui a présidé à la dernière mitose des spermatocytes est employée à constituer la plaque chromatique sur laquelle se développent les cils, il ne reste plus de véritable centrosome dans l'anthérozoïde ; car ce gros appareil cilié ne pénètre pas, avec le

noyau, dans l'oosphère, lors de la fécondation. Il n'existerait donc pas de spermocentre chez ces végétaux.

On voit comment, de toutes les considérations qui précèdent, se dégage peu à peu cette idée que les *granulations basilaires* des cils épithéliaux seraient une transformation du centrosome superficiel. Mais voici encore une observation de Lenhossek (**98**), qui paraît donner un appui nouveau à cette homologation : *les centrosomes superficiels manquent aux cellules vibratiles*. Celles-ci se trouvent pourvues, en leur lieu et place, des *granulations basilaires* spécifiques (fig. 6. *Ep. La.*). Pour lui il y a là quelque chose de mathématique.

Nous ne devons donc pas nous étonner de la grande faveur que rencontra, dès son apparition, l'hypothèse émise par Lenhossek (**98**) et Henneguy (**98**), indépendamment l'un de l'autre. Cette hypothèse peut être formulée de la façon suivante, en tenant compte des opinions exprimées par l'un et l'autre de ces auteurs.

Les cellules au repos sont pourvues, tout comme les celluses en mitose, d'un centre cinétique spécifique, formé d'une ou plusieurs granulations chromatiques qui sont les centrosomes. Dans les cellules non ciliées ces centrosomes jouent le rôle assez obscur d'un organe d'équilibre interne, ou d'un organe sensoriel. Si la cellule devient vibratile, les centrosomes se fragmentent, se multiplient, de manière à constituer, à la base des cils, les centres moteurs de ceux-ci. Les racines ciliaires ne sont rien autre chose (Henneguy) que ceux des filaments de l'aster qui s'enfoncent dans le corps de la cellule. Les cils eux-mêmes en représentent les filaments externes, et l'ensemble de l'appareil, constitué par les cils, leurs granulations basilaires et leurs racines, rappelle la sphère attractive.

Il est impossible de méconnaître la séduction qu'exerce cette hypothèse, à laquelle il semblerait même tout d'abord presque malséant de conserver un caractère dubitatif. Plusieurs la considèrent sans doute comme une vérité démontrée. Ainsi serait trouvé l'organe moteur des cils que, dans la première partie de cette étude, nous avons voulu chercher dans le corps même de l'être, et ce centre moteur serait constitué par l'organe central de la division mitotique, que la cellule épithéliale utiliserait ainsi après qu'elle aurait cessé d'en avoir besoin pour la karyokinèse.

S'il semble bien démontré aujourd'hui que les cils ou flagelles peuvent continuer à vibrer quelque temps après qu'ils ont été détachés du corps de la cellule, pourvu qu'ils gardent à leur base une

petite masse de protoplasma (Peter, 99), on explique cette persistance de la vibration par le fait que, dans ces grumeaux adhérents aux cils, sont précisément conservées les granulations basilaires.

Objections a l'homologation des granulations basilaires avec les centrosomes. — Ce n'est pas avec l'intention de nier formellement la légitimité de l'hypothèse de Lenhossek et d'Henneguy que nous allons maintenant y opposer un certain nombre d'objections. Ce n'est pas non plus dans l'intention de substituer à leur théorie une théorie nouvelle et contraire. Mais nous sommes conduits à des réserves notables par l'examen des difficultés que cette théorie ne résout pas, et des obscurités qu'elle laisse subsister. Il n'y aurait d'ailleurs rien que de naturel, à ce que, dans quelque temps, après que les idées auront marché, l'hypothèse en question gardât une grande part de vérité, tout en étant formulée de quelque façon différente et plus compréhensive.

Première objection. — Les bordures en brosse, non vibratiles, qu'elles soient constituées normalement par des bâtonnets cylindriques, ou d'une façon plus exceptionnelle par des prolongements ciliformes immobiles, possèdent souvent, au point d'insertion de leurs bâtonnets avec le cytoplasma, des *granulations basilaires*. Celles-ci manifestent, comparativement aux granulations basilaires des cils vibratiles, les mêmes caractères que les granulations supérieures de la brosse ciliée : elles se montrent moins constantes, moins régulières dans leur forme, moins colorables, ou colorables seulement par quelques-uns des réactifs de la chromatine et des centrosomes. Elles n'en existent pas moins dans beaucoup de cas et ne peuvent, pas plus que les granulations supérieures des bâtonnets, être passées sous silence. Lenhossek (92) se charge lui-même de nous rappeler leur existence, lorsqu'il prend par erreur dans les planches de Frenzel (86), la bordure en brosse géante de la cellule intestinale larvaire de *Tenthredo* pour une bordure vibratile : les granulations basilaires de la brosse, figurées par Frenzel, paraissent à Lenhossek constituer de fort belles granulations basilaires de cils vibratiles et, par conséquent, il en fait des centrosomes très nets. Or, nous savons qu'elles n'en sont pas, pas plus que les granulations supérieures de la brosse, et cela pour toutes sortes de raisons. Mais l'une des meilleures est encore que c'est chez beaucoup de cellules à bordure en brosse non vibratiles qu'ont été trouvés les centrosomes superficiels, en coexistence avec les granulations de la brosse (fig. 6. *Rein Sal.*).



Que résulte-t-il de ces faits ? c'est que les granulations basilaires d'une bordure en brosse ciliée occupent une place qui n'était pas libre, puisqu'il s'y trouve ailleurs des granulations auxquelles on ne peut attribuer que la valeur de simples microsomes. Il est donc difficile d'admettre que ces *microsomes*, par le seul fait que la cellule devient vibratile, doivent être baptisés du nom de *centrosomes*.

Deuxième objection. — Nous nous sommes demandé en quoi les granulations basilaires de la brosse, chez la larve de *Chironomus*, diffèrent pour les cellules ciliées ou non ciliées. A notre grand étonnement, ces granulations conservent identiquement les mêmes caractères dans les deux cas. Elles restent, sur la cellule ciliée, extrêmement petites, impossibles à voir sur le vivant, inconstantes sur les coupes, non colorables par l'hématoxyline ferrique, colorables parfois par la safranine et, exceptionnellement, par le violet de gentiane. Simples microsomes dans la bordure en brosse non ciliée, elles restent telles dans la bordure en brosse qui porte des cils. Quant aux centrosomes cytoplasmiques, nous ne les avons vus dans aucun cas, n'ayant pas cru devoir attribuer cette signification à des granulations tout à fait analogues, il est vrai, mais qu'on rencontre à des places quelconques, et parfois au nombre de plusieurs, dans les cellules de la 2e section du ventricule chylifique. Nous avons donc ici sous les yeux des cils vibratiles privés de granulations basilaires typiques et sûrement indépendants des centrosomes. Récemment nous avons, en outre, constaté que les cils vibratiles des branchies larvaires du Triton sont privés de granulations basilaires.

Troisième objection. — Passons aux granulations supérieures de la bordure en brosse ciliée. Nous les considérons comme un simple magma cytoplasmique dont la présence résulte de l'articulation du bâtonnet avec le cil ; nous les croyons tout à fait analogues aux microsomes intracytoplasmiques. Mais il est des cas où ces granulations se colorent comme les granulations basilaires elles-mêmes, de sorte qu'il répugnerait de leur attribuer une signification différente. STUDNICKA (99) figure les granulations supérieures de l'intestin d'*Amphioxus* comme aussi colorables que les granulations basilaires, et nous avons parfois vu le même fait dans les champs latéraux de l'endostyle, chez les Tuniciers (fig. 3, *End Pha.*). Bien plus, nous avons, dans une note récente (1900), exposé le cas de la bordure en brosse ciliée de l'œsophage du Triton, et conclu que, dans cet épithélium, la granulation basilaire manquait, tandis que la granulation supérieure seule pouvait être décelée par l'héma-

toxyline ferrique. Voudra-t-on dire qu'ici les centrosomes se sont placés au sommet des bâtonnets de la brosse ? Mais c'est la place occupée ailleurs par de simples et banales granulations, que nous ne baptiserons pas du nom de centrosomes pour la seule raison qu'elles retiennent ici l'hématoxyline ferrique.

Quatrième objection.— Ne voit-on jamais les centrosomes intracytoplasmiques coexister avec les granulations basilaires des cils ? Ici nous ne pouvons faire allusion qu'à quelques observations assez peu démonstratives, mais dont on aurait tort de ne tenir aucun compte. Nous avons reproduit une figure de ZIMMERMANN (**98**), relative à l'épididyme de l'Homme (fig. 6, *Ep. H.*) ; dans cette figure l'auteur, écrivant son mémoire avant l'apparition de la théorie de LENHOSSEK et d'HENNEGUY, représente des cellules ciliées comme dépourvues de granulations basilaires; en revanche il y trouve les centrosomes normaux. A côté, c'est une cellule en voie de dégénérescence (*C. m.*) qui a bien des granulations basilaires, mais qui manque de centrosome intracytoplasmique. D'une façon plus nette, STUDNICKA (**99**), (fig. 6, *Pha. Sal.*), représente plusieurs sortes de cellules épithéliales vibratiles dans lesquelles coexistent les granulations basilaires et les centrosomes intracytoplasmiques. Mais ces derniers, que nous avons vus nous aussi, n'y occupent pas de place caractéristique et nous rappellent assez les granulations que nous avons trouvées chez la larve de *Chironomus*. La présence, autour de granulations quelconques, d'une petite sphère nettement limitée ne caractérise pas du tout les seuls centrosomes. Ce n'est qu'une manière, pour le cytoplasme, d'isoler le corpuscule étranger. Quant aux rayons de l'aster qui décèleraient ces organes centraux avec une pleine évidence, ils manquent dans presque toutes les cellules épithéliales, autour des centrosomes superficiels. On voit donc que bien des erreurs peuvent se glisser dans les attributions faites aujourd'hui pour les corpuscules chromatiques intracytoplasmiques (1).

Cinquième objection. — N'a-t-on jamais rencontré en division

(1) On voit que les données dues à ZIMMERMANN et à STUDNICKA, si incomplètes qu'elles soient encore, tendent à renverser le théorème de LENHOSSEK. Le récent mémoire d'HENRY (**1900**) montre dans l'épididyme des Vertébrés supérieurs des cellules vibratiles pourvues ou dépourvues de granulations basilaires. L'auteur en figure avec ou sans centrosomes superficiels. Nous même avons fait quelques coupes de ces organes : dans nos préparations, les cellules ciliées ne montrent pas de granulations basilaires. Nous décelons quelques centrosomes, en petit nombre. Ces diverses observations récentes fournissent autant d'objections à la théorie que nous examinons.

mitotique des cellules épithéliales ciliées? Nous en avons vu en amitose, dans l'œsophage du Triton, mais jamais encore en mitose. D'après LENHOSSEK lui-même, HAMMAR (97) a constaté des mitoses chez des cellules vibratiles, dans l'épididyme du chien. LENHOSSEK admet le fait et ne juge pas que son hypothèse s'en trouve affaiblie ; car deux granulations basilaires, dit-il, ont pu, dans ces mitoses, fonctionner comme corpuscules polaires. Encore faudrait-il savoir ce qu'il en est d'une manière précise. Si les corpuscules polaires fonctionnaient comme tels pendant la mitose, sans quitter la base du cil, comme les choses se passent dans les spermatocytes de Lépidoptères pourvus de centrocils, la théorie de LENHOSSEK recevrait de ce seul fait une éclatante confirmation. Si, au contraire, des centrosomes fonctionnels, situés à une profondeur plus ou moins grande dans le sein de la cellule, coexistaient à ce moment avec les granulations basilaires, sans contracter avec elles aucune relation, il serait permis de penser que l'opinion de LENHOSSEK, sans être réfutée absolument, en serait très affaiblie. En attendant de plus vives lumières sur cette question, nous ne pouvons ici formuler aucune conclusion précise.

Sixième objection. — Enfin, si les données de la science avaient, sur un dernier point fort important, un peu plus de précision, nous devrions demander comment l'hypothèse de LENHOSSEK et HENNEGUY s'accommoderait de la présence de granulations basilaires au pied des cils des Protozoaires. Nous serions tout aussi surpris de voir ces granulations spécifiques faire défaut chez ces êtres, s'il est vrai qu'elles jouent un rôle presque prépondérant dans le mécanisme de la vibration, que d'avoir à les considérer comme des centrosomes, dans le cas où leur présence y serait constatée d'une façon moins vague qu'elle ne l'est aujourd'hui. Sans doute on peut admettre que, dans une cellule épithéliale complètement différenciée, qui passe pour avoir terminé la série de ses divisions mitotiques, le centrosome, désormais inutile en tant que corpuscule polaire, prenne la position superficielle qu'on lui attribue aujourd'hui. Ceci admis, on accepte sans trop de difficulté que ce centrosome superficiel, quand la cellule développe des cils vibratiles, se fragmente en autant de centres moteurs qu'il y a de cils. Mais comment en serait-il de même chez les Infusoires, par exemple? Ici, le centrosome, ou la formation spéciale qui en tient lieu, a un tout autre rôle à remplir que de faire vibrer des cils et des membranelles. Il suffit de se rappeler que les divisions mitotiques d'*Euglena*, par exemple, chez les Flagellés, ou de *Paramecium*,

chez les Infusoires, se font sous l'attraction de corpuscules polaires parfaitement définis, pour conclure de ce fait que, s'il se trouve des granulations à la base des flagelles ou des cils de ces êtres,

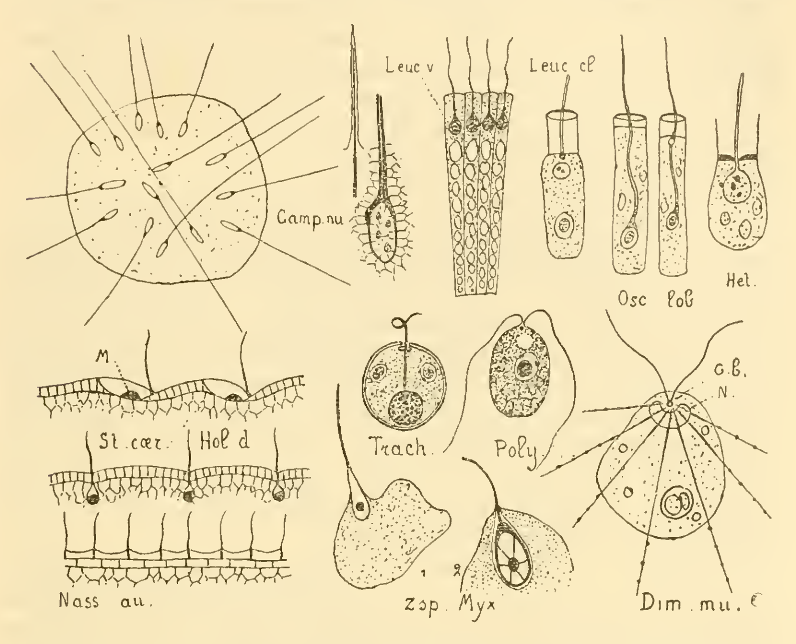


Fig. 8. — Insertion des cils, flagelles et pseudopodes chez les Protozoaires et les Spongiaires. — *Camp. nu.*, union de l'axe des pseudopodes avec le noyau chez *Camptonema nutans* (d'après Schaudinn, 94); *Leuc. v.*, union des flagelles avec le noyau chez la larve de *Leucosolenia variabilis* (d'après Minchin, 96); *Leu. cl.*, cellule choanoflagellée de *Leucosolenia clathras* (d'après Minchin, 92); *Osc. lob.*, deux sortes de cellules choanoflagellées d'*Oscarella lobularis* (d'après Heider, 86); *Het.*, cellule choanoflagellée d'*Heterocœla* (d'après Bidder, 95); *St. cær.*, Ectoplasme et myonèmes *M* (en coupe transversale), de *Stentor cæruleus.*; *Hol d.*, id., chez *Holophrya discolor.*; *Nass. au.*, coupe de l'ectoplasme et de la zone intermédiaire de *Nassula auræa* (d'après Bütschli, 87-89); *Tra.*, *Trachelomonas*; *Zsp. Myx.*, zoospores de Myxomycètes (d'après Plenge, 99); *Poly.*, granulation basilaire des flagelles (sur le vivant ou après coloration par l'hématoxyline ferrique), chez *Polytoma uvella Ehrbg* (inéd.); *Dim. mu.*, flagelles et pseudopodes de *Dimorpha mutans Grüber*; G. b., granulation basilaire ?; N., noyau (d'après Blochmann, 94).

elles ne peuvent en aucune façon y représenter des centrosomes.

Mais qui donc, trouvant au pied des cils, chez les Protozoaires, des granulations spécifiques, refuserait de les homologuer avec les mêmes granulations basilaires des Métazoaires ?

C'est donc une question théorique fort importante que celle des granulations basilaires chez les Protozoaires; mais c'est, croyons-nous, une question non réglée jusqu'ici, surtout pour ce qui a trait aux Infusoires ciliés. Chez ces êtres, ENGELMANN (**80**) les a vainement cherchées sur le vivant; si, chez *Stentor cœruleus*, BÜTSCHLI (**87-89**) les figure dans une vue superficielle, il les omet dans un dessin fait en coupe. HOYER (**99**), pense en avoir démontré l'existence chez *Colpidium colpoda*; mais ses dessins ne sont pas aussi démonstratifs qu'on pourrait le souhaiter.

Dans certains cas du moins, il serait permis de résoudre la question par l'affirmative en ce qui a trait aux Flagellés. Ce n'est pas que nous soyons désireux de nous appuyer sur les observations de KUNSTLER (**82**) et de FRANCE (**94**), qui ont vu, chez certains types, les flagelles pivoter sur des bourgeons charnus. Mais MINCHIN (**92**, fig. 8), dessine une granulation caractéristique chez *Leucosolenia clathras*, et PLENGE (**99**) en figure chez les zoospores des Myxomycètes. Nous avons étudié cette question chez *Polytoma uvella*. Nous nous sommes rendu compte que le petit bourgeon charnu de KUNSTLER et de FRANCE n'est pas la granulation basilaire: il la contient en son centre, parfaitement nette sur le vivant et très colorable par l'hématoxyline ferrique.

Conclusions. — On comprendra que nous ne puissions être que très sobre de conclusions sur des questions aussi peu éclaircies. Du moins en avons-nous dit assez pour prouver que l'hypothèse d'HENNEGUY et LENHOSSEK est de celles qu'il faut encore creuser, si l'on veut en saisir la véritable portée biologique.

Toutes nos objections peuvent, en somme, se réduire à deux : d'une part il est des cas où la granulation basilaire coexiste avec les centrosomes ; d'autre part on trouve des cils vibratiles privés de granulations basilaires.

La première objection est parfois considérée comme sans valeur, parce que, dit-on, le centrosome peut subsister tel quel, après s'être multiplié pour constituer la substance des diverses granulations qui coexistent avec lui. Alors tout serait centrosome, aussi bien les granulations en rapport avec des bâtonnets immobiles que celles qui se trouvent à la base des cils vibratiles ! De la sorte, la notion du rôle cinétique du centrosome s'évanouit.

Elle ne s'évanouit pas moins si l'on réfléchit au sort des cils vibratiles privés de tout espèce de granulations.

THÉORIE DE GRAF SUR LE MOUVEMENT VIBRATILE. — Si la théorie que

nous venons d'examiner est aussi intéressante qu'elle peut être féconde; si elle est de nature à provoquer de nombreuses recherches et à amener peut-être de vrais progrès, il n'en est pas de même, malheureusement, d'une explication du mouvement ciliaire proposée par A. Graf (**97**) et sur laquelle il nous reste à nous expliquer très rapidement. La fig. 6 (*Th. Gr.*) reproduit un schéma de l'auteur. Nous reconnaissons facilement dans ses bâtonnets noirs nos granulations basilaires, dans ses sphérules moyennement colorées, les granulations supérieures de la bordure en brosse. Graf suppose que les granulations supérieures sont de nature nerveuse et se trouvent en relation intime les unes avec les autres ; selon lui les granulations inférieures sont de nature musculaire et se contractent en se raccourcissant dans le sens longitudinal. Cela posé, une excitation quelconque, venue du milieu extérieur, est transmise par le cil à la granulation supérieure ; celle-ci la transforme en ordre de mouvement, destiné à contracter la granulation inférieure. Le lien des granulations supérieures assure la propagation de l'onde vibratoire. Mais la contraction de la granulation inférieure ne produirait aucun effet sur le cil, si l'ensemble de l'appareil se dressait perpendiculairement à la paroi cellulaire : il n'y a qu'à *supposer* qu'il lui est un peu oblique, ce qui détermine le sens dans lequel vont battre les cils.

Nous nous reprocherions d'allonger cette causerie par une discussion en règle de cette explication, contraire à toutes les notions cytologiques et physiologiques acquises aujourd'hui : la granulation supérieure, jugée ici essentielle, n'a rien de constant ; la granulation inférieure ne se contracte pas visiblement, et peut faire elle-même défaut ; le cil est contractile, et non inerte. Enfin un pareil mécanisme est impuissant à produire les changements de sens des vibrations.

Conclusions générales. — Dans la partie cytologique de ce travail nous avons tâché de connaître les organes de la cellule adaptés spécialement au fonctionnement de l'appareil vibratile. Cette recherche nous a, jusqu'à présent, conduit à des résultats négatifs ou douteux. Nous nous sommes assez nettement rendu compte que les différenciations de la paroi superficielle de la cellule ont leur rôle et leur structure propre parfaitement distincts de ceux des cils ; entre la bordure en brosse et les cils nous avons trouvé des analogies, mais aucune parenté plus étroite. Nous avons vu les cils vibratiles s'accommoder de toutes les structures cytoplasmiques,

qu'elles fussent alvéolaires ou fibrillaires ; il leur suffit pour fonctionner de rester en liaison étroite avec le kinoplasma dont ils émanent. Dans la presque totalité des cellules ciliées, nous n'avons trouvé aucune trace d'organes spécialement constitués pour transmettre aux cils des ordres de mouvement ; cependant nous avons appelé l'attention du lecteur sur un petit nombre de cas où de pareils organes paraissent s'être formés, pour assurer la propagation régulière des ondes vibratoires. Nous nous sommes longuement étendu sur les granulations basilaires, parce qu'il est possible qu'elles représentent, pour chaque cil, un centre moteur immédiat, et qu'elles dérivent du centrosome, qu'on croit être une sorte de cerveau de la cellule. Dans cette interprétation et cette assimilation, nous avons trouvé de grandes vraisemblances, mais aussi de notables obscurités. Enfin, le ganglion nerveux élémentaire de chacun des cils serait-il découvert, qu'il nous serait encore impossible de comprendre comment, en l'absence de nerfs isolés, conduisant l'influx moteur à des fibrilles contractiles déterminées, il inclinerait le cil dans un sens déterminé, et comment le système nerveux central agirait à son tour sur les centres ciliaires immédiats.

Nous sommes donc obligé de terminer cette causerie en avouant notre complète impuissance à fournir une explication mécanique du mouvement ciliaire. Ce mouvement est une manifestation de la contractilité du protoplasma, nerf et muscle tout à la fois. Il y a là une *contractilité sensible*, propriété intime de la matière vivante, organisée en êtres individuels qui sont les *unités biologiques*. Très bas dans la série de ces êtres, avant même que l'appareil des neurônes ne se soit constitué en organe distinct, cette contractilité est déjà coordonnée par un rudiment d'intelligence.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE (1)

Apathy St. Das leitende Element des Nervensystems. *Mt. Stat. Neapel*, XII, 495-748, 10 pl., 1897.

Balbiani. Observations sur le *Didinium nasutum*. *Arch. Zool. Exp.*, II, 363-393, 1 pl., 1873.

Ballowitz. Ueber fibrilläre Structur und Contractilität. *Arch. ges. Physiol.*, XLVI, 433-464, 1889.

Belajeff W. Ueber die Centrosomen in den spermatogenen Zellen. *Ber. deutsch. Bot. Ges.*, Hft VI, 199-205, 1 pl., 1899.

Bergh R.-S. Vorlesungen über die Zelle und die einfachen Geweben des thierischen Körpers, 258 p., 138 fig., Voir p. 85, 1894.

Bidder G. The Collar-cells of *Heterocœla*. *Quart. J. Micr. Sci.*, N.-S., XXXVIII, 9-43, 1 pl., 1895.

Blochmann F. Zur kenntniss von *Dimorpha mutans* Grüb. *Biol. Centrablt.*, XIV, 197-200, 3 fig., 1894.

Bonnet. Der Bau und die Circulationsverhältnisse der Acephalenkieme. *Morphol. Jahrb.*, III, 283-322, 3 pl., 1877.

Broman I. Ueber Bau und Entwickelung der Spermien von *Bombinator igneus*. *Anat. Anz.*, XVII, 129-145, 24 fig., 1900.

Bütschli O. Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. *Z. Wiss. Zool.*, XXX, 205-281, 5 pl., 1878.

— *Bronn. Die klassen und Ordnungen des Thierreichs*, 1880-1889.

Chamil I. Recherches anatomiques et physiologiques sur les cellules à cils vibratiles. *Thèse Paris*, Baillière, 70 p., 1881.

Claparède et Lachmann. Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève, 1858-59.

Dujardin. Recherches sur les organismes inférieurs. *Ann. Sci. Nat.*, IV, 343-376, 3 pl., 1835.

Eimer. Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns, nebst Bemerkungen über die Wimperepithelien. *Arch. mikr. Anat.*, XIV, 94-118, 1 pl., 1877.

Ellermann W. Ueber die Structur der Darmepithelzellen von *Helix*. *Anat. Anz.*, XVI, 590-593, 6 fig., 1899.

Engelmann. Zur Naturgeschichte der Infusorien. *Z. wiss. Zool.*, XI, 347-393, 4 pl., 1862.

— Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. *Arch. ges. Physiol.*, XXIII, 505-534, 1 pl., 1880.

(1) Les abréviations employées dans cette table sont celles qui sont en usage dans l'*Année biologique*, publiée par M. le professeur Y. Delage.

Erlanger R. von. Bemerkungen über die wurmförmigen Spermatozoen von *Paludina vivipara*. *Anat. Anz.*, XIV, 164-167, 1897.

France R. Die Polytomeen, eine morphol. entwickelung geschichtlische Studie. *Jahrb. wiss. Bot.*, XXVI, 295-375, 12 fig., 4 pl., 1894.

Frenzel. Zum feineren Bau des Wimperapparats. *Arch. mikr. Anat.* XXVIII, 53-77, 1 pl., 1886.

Gaffron E. Beiträge zur Anatomie und Histologie von *Peripatus*. *Zool. Beitr.*, I, 33-56, II, 145-160, 9 pl., 1885.

Gaule. Das Flimmerepithel der *Aricia fœtida*. *Arch. Anat. Phys.*, *Phys. Abth.*, 153-160, 1 pl., 1881.

Graf A. The Physiology of excretion. *Biol. lectures Mar. Biol. Lab. Wood's Holl.*, 80-107, 23 fig., 1897.

Hammar J.-A. Ueber Sekretions erscheinungen im Nebenhoden des Hundes. *Arch. Anat.*, Suppl. B^d. 1-40, 4 pl., 1897.

Hatschek B. Entwicklung der *Trochophora* von *Eupomatus uncinatus* Philippi. *Arb. Z. Inst. Wien*, VI, 1-25, 5 pl., 1885.

Heider. Zur Metamorphose des *Oscarella lobularis*. *Ibid.*, 175-236, [1-62], 3 pl., 1886.

Henneguy L.-F. Leçons sur la Cellule, 489 p., 362 fig. Voir XVIme Leçon, 251-265, 1896

— Rapports des cils vibratiles avec les centrosomes. *Arch. Anat. micr.*, I, 481-495, 10 fig., 1898.

Henry. Etude histologique de la fonction sécrétoire de l'épididyme chez les Vertébrés supérieurs. *Arch. Anat. micr.*, III, 227-292, 3 pl., 1899.

Hertwig R. Ueber *Mikrogromia socialis*. *Arch. mikr. Anat.*, X, 1-34, 1 pl., 1874.

Hoyer. Ueber das Verhalten der Kerne bei der Konjugation des Infusors *Colpidium colpoda*. *Arch. mikr. Anat.*, LIV, 95-131, 1 pl., 2 fig., 1899.

Klebs G. Flagellatenstudien. *Z. wiss. Zool.*, LV, 265-351, 353-445, 6 pl., 1893.

Kunstler. Contribution à l'étude des Flagellés. *Bull. Soc. Zool. France*, VII, 1-112, 3 pl., 1882.

Lankester E. Ray. *Chlamydomyxa montana*. n. sp., one of the Protozoa Gymnomyxa. *Quart. J. micr. sci.*, N.-S., XXXIX, 233-244, 2 pl., 1897.

Lenhossek M. von. Ueber Flimmerzellen. *Anat. Anz.*, XIV, Ergänz. H^ft., 106-128, 3 fig., 1898.

Maupas. Les vacuoles contractiles dans le règne végétal. *C.-R. Ac. Sc.*, LXXXII, 1451-1454, 1876.

— Sur l'organisation et le passage à l'état mobile de la *Podophrya fixa* Ehr. *Arch. zool. exp.*, V, 401-428, 1 pl., 1876.

— Contributions à l'étude morphologique et anatomique des Infusoires ciliés. *Arch. Zool. exp.*, (2), I, 427-661, 6 pl., 1883.

Meves Fr. Ueber Centralkörper in männlichen Geschlechtszellen von Schmetterlingen. *Anat. Anz.* XIV, 1897.

— Ueber den Einfluss der Zelltheilung auf den Sekretions vorgang, nach

Beobachtungen an der Niere des Salamanderlarve. *Festschr. C. von Kuppfer*, Iéna, Fischer, 57-62, 1 pl., 1899.

Minchin E.-A. Some points in the Histology of *Leucosolenia* (*Ascella*) *clathras*. *Zool. Anz.* XV, 180-184, 3 fig., 1892.

— Note on the larval and post larval Development of *Leucosolenia variabilis*. *P. R. Soc. London*, LX, 43-53, 7 fig., 1896.

Morau H. Du revêtement épithélial du péritoine tubo-ovarique et de sa transformation physiologique. *Mém. Soc. Biol. Paris* (9), III, 395-397, 1891.

Neumann E. Die Beziehungen des Flimmerepithels der Bauchhöhle zum Eileiterepithel beim Frosche. *Arch. mikr. Anat.*, XI, 354-377, 1 pl., 1875.

Nussbaum. Ein Beitrag zur Lehre von der Flimmerbewegung. *Ibid.*, XIV, 390-394. 1 pl., 2 fig., 1877.

Parker G.-H. The reactions of *Metridium* to Food and other substances *Bull. Mus. Harvard.* XXIX, 107-119, 1896.

Peter K. Das Centrum für die Flimmer-und Geisselbewegung. *Anat. Anz.* XV, 271-284, 4 fig. 1899.

Pfitzner. Die Epidermis der Amphibien. *Morphol. Jahrb.*, VI, 469-523, 2 pl., 1880.

Plate. Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des *Gammarus pulex* lebenden Ectoparasiten. *Z. wiss. Zool.* XLIII, 175-240, 2 pl., 1886.

Plenge H. Ueber die Verbindungen zwischen Geissel und Kern. *Diss. Erlangen*, 21 p., 8°, 1 pl., 1899.

Posner K. Histologische Studien über die Kiemen der acephalen Mollusken. *Arch. mikr. Anat.* XIV, 132-157, 1 pl. 1877.

Prenant A. Cellules vibratiles et cellules à plateau. *Bibliogr. Anat.*, VII, 21-38, 1899.

Schaudinn. *Camptonema nutans*, ein neuer mariner Rhizopode. *S.-B. Ak. Berlin* (2), II, N° LII, 1277-1286, 1 pl., 1894.

Schuberg. Zur Kenntniss des *Stentor cæruleus*. *Zool. Jarb.* (*Anat.*), IV, 197-237, 1 pl., 1889.

Sedgwick. A Monograph on the Species and Distribution of the Genus *Peripatus* Guilding. *Quart. J. Micr. Sci.* (3), XXVIII, 431-489, 7 pl., voir p. 474, 1888.

Shaw W.-R. Ueber die Blepharoplasten bei *Onoclea* und *Marsilia*, (Vorläuf. Mitth.). *Ber. deutsch. Bot. Ges.*, XVI, 177-183, 1 pl., 1898.

Strassburger. Studien über das Protoplasma. *Iena. Zeitschr.*, X, 395-444, 2 pl., 1876.

Stuart A. Ueber die Flimmerbewegung. *Zchr. rat. Mediz.*, *In. Diss. Dorpat*, 1867.

Studnicka. Ueber Flimmer und Cuticularzellen mit besonderer Berücksichtigung der Centrosomenfrage. *S.-B. Böhmisch. Ges.*, N° XXXV, 1-19, 4 fig., 1 pl., 1899.

Théohari A. Etude sur la structure fine de l'épithélium des tubes contournés du rein à l'état normal et à l'état pathologique. *J. Anat. Physiol.*, XXXVI, 1900.

VERWORN. Psycho-physiologische Protisten Studien. Iena, 1889.

VIGNON P. Sur l'histologie du tube digestif de la larve de *Chironomus plumosus*. *C. R. Ac. Sci.*, CXXVIII, 1596-1598. 1899.

— Critique de la théorie vésiculaire de la sécrétion. *Arch. Zool. exp.* (3), VII, Notes et Revue. XVII-XXV, 2 fig., 1899.

— Différenciations cytoplasmiques, cils vibratiles et cuticules. *Ibid.* (3), VIII, Notes et Revue, III-XVII, 7 fig., 1900.

ZACHARIAS O. Ueber die amœboiden Bewegungen der Spermatozoen von *Polyphemus pediculus*. *Z. wiss. Zool.* XLI, 252-258, 1 pl., 1884.

— Experimentelle Untersuchungen über Pseudopodienbildung. *Biol. Centralbl.* V, 259-262, 1885.

ZIMMERMANN K.-W. Demonstrationsbericht. *Verh. Anat. Ges. Strassburg*, 245, 1894.

— Beiträge zur Kenntniss einiger Drüsen und Epithelien. *Arch. mikr. Anat.*, LII, 552-698, 3 pl., 1898.

ZOPF. Die Pilztiere oder Schleimpilze. Breslau, 1885.

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Séance du 8 Mai 1900.

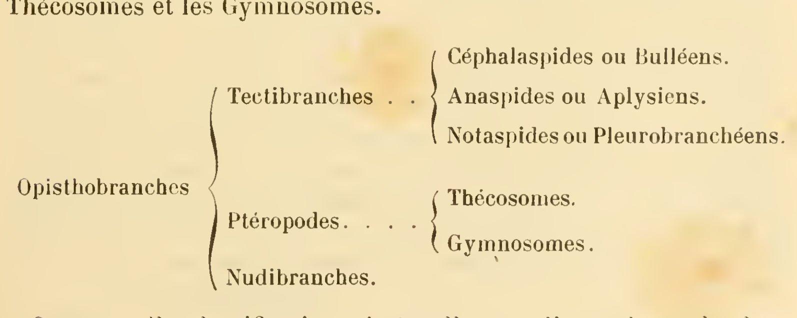
LES MOLLUSQUES TECTIBRANCHES

PAR

LE Dr JULES GUIART

Chef des travaux pratiques de Parasitologie à la Faculté de Médecine de Paris

Si nous ouvrons différents traités de Zoologie, nous voyons que l'on a coutume de diviser les Opisthobranches en Tectibranches, Ptéropodes et Nudibranches. Les Tectibranches se divisent à leur tour en Céphalaspides ou Bulléens, Anaspides ou Aplysiens et Notaspides ou Pleurobranchéens ; les Ptéropodes comprennent les Thécosomes et les Gymnosomes.



Or, une telle classification n'est nullement d'accord avec la classification naturelle. Pour des raisons que j'exposerai à la fin de cette causerie, je supprime les Pleurobranchéens de l'ordre des Tectibranches pour les faire rentrer dans l'ordre des Nudibranches (**25**). Quant aux Ptéropodes, de Blainville (**2**) et Souleyet (**55** et **56**)

sont les premiers à avoir montré leurs affinités pour les Tectibranches. Puis vint Boas (6) qui, le premier, formula l'opinion d'une origine séparée des Thécosomes et des Gymnosomes et montra que les premiers se rapprochent surtout des Bulléens. Mais c'est à Pelseneer (45) que revient le mérite d'avoir bien débrouillé ces affinités et d'avoir montré que les Thécosomes n'étaient que des Bulléens modifiés par la vie pélagique et les Gymnosomes des Aplysiens modifiés par le même genre de vie. Pelseneer supprime donc l'ordre des Ptéropodes pour faire rentrer les Thécosomes parmi les Bulléens et les Gymnosomes parmi les Aplysiens. Nous acceptons sa manière de voir.

La classification des Tectibranches se trouve donc singulièrement simplifiée et devient la suivante :

Tectibranches	Céphalaspides	Bulléens.
		Thécosomes.
	Anaspides . .	Aplysiens.
		Gymnosomes.

Comme je n'ai pas étudié les Ptéropodes d'une façon spéciale et que le temps me manque du reste pour le faire, je me contenterai donc d'étudier avec vous les Bulléens et les Aplysiens.

Un mot maintenant du plan que nous allons suivre pour étudier ces deux groupes. Ce sera le plan suivi par M. le Professeur Yves Delage, notre Président, et par son dévoué collaborateur, notre collègue et ami M. Hérouard. Ma tâche sera ainsi rendue plus facile, puisque ce plan vous le connaissez certainement tous, et ce sera donc un chapitre de Zoologie concrète que je vais avoir l'honneur d'exposer devant vous. Je suis heureux de saisir cette occasion de rendre hommage au merveilleux enseignement de M. le Professeur Delage, mon ancien maître, et puisque j'ai trouvé sa méthode si parfaite quand j'étais élève, j'ai cru tout naturel de la suivre aujourd'hui où j'ai l'honneur d'exposer devant lui l'état de nos connaissances en ce qui concerne les Tectibranches.

PREMIÈRE PARTIE

Chapitre Ier

TECTIBRANCHES

Type morphologique. — Les Tectibranches renfermant un certain nombre de formes très aberrantes, modifiées par des conditions biologiques particulières et surtout par la vie fouisseuse et par la vie pélagique, il nous est difficile d'établir un type morphologique. Toutefois nous pouvons en donner une idée suffisante en prenant un type réel, le genre *Aplysia* qui présente tous les caractères moyens du groupe, n'étant différencié ni par la vie fouisseuse, ni par la vie pélagique.

Aplysia depilans (Bohatsch 1761).

Extérieur ; orifices. — Lorsque, vers le mois de juin, on se promène à mer basse sur les côtes de l'Océan, il est fréquent, sur le bord des herbiers ou prairies de Zostères, de rencontrer certains animaux plus ou moins informes, étalés sur l'herbe ou rampant dans les flaques d'eau. Si l'on vient à saisir l'un d'eux, il se roule immédiatement en une boule gélatineuse et gluante et laisse échapper un liquide violacé qui répand une odeur forte et désagréable, d'où le nom de Aplysie qui lui a été donné (ἀπλυσια, saleté, malpropreté). Mais il suffit de placer l'animal dans l'eau pour le voir reprendre bientôt sa forme normale. La tête s'allonge en simulant une sorte de cou : le pied s'étire en arrière pour constituer une sorte de petite queue ; enfin de la tête sortent quatre longs tentacules en forme d'oreilles, de sorte que l'animal, avec son dos bombé, ressemble quelque peu de profil à un Lièvre au gîte, d'où le nom de *Lièvre marin* que lui a donné le vulgaire depuis la plus haute antiquité. L'histoire de ce Mollusque serait des plus intéressantes, car, étant l'un des plus anciennement connu, c'est naturellement aussi celui sur lequel on a débité le plus de fables ; mais le sujet que j'ai à traiter est trop étendu, pour que je puisse me permettre de semblables digressions.

L'Aplysie présente en réalité beaucoup de rapports avec les Limaces. Le corps est ovale, aplati en dessous pour former un pied long et étroit, bombé en dessus, plus ou moins pointu en arrière, et se rétrécissant un peu en avant en une sorte de cou susceptible de plusieurs degrés d'allongement et à l'extrémité duquel est la tête.

Mais ici les bords latéraux du *pied* se relèvent perpendiculairement sous forme de deux lames charnues, plus ou moins réunies en arrière, et qui se rabattent, comme deux clapets, sur la face dorsale de l'animal ; ce sont les parapodies (pl. II, fig. B, 5 et fig. 1. *6*).

Si nous venons à les écarter nous tombons sur le *manteau*, de forme circulaire (pl. II, fig. B, 13). Celui-ci renferme une mince *coquille*, d'apparence cornée, que l'on aperçoit par un large orifice situé au centre du manteau (pl. II, fig. B, 12). Ce manteau est fixé au corps de l'animal par son bord gauche, de sorte qu'il est mobile comme un couvercle à charnière, et peut limiter, entre lui et la face dorsale du pied, une cavité plus ou moins grande qui est la *cavité palléale* (fig. 1, *11*). La partie postérieure du manteau s'étire en une sorte de canal, le *siphon*, qui sert à rejeter au dehors les excreta et l'eau qui a servi à la respiration (pl. II, fig. B, 10).

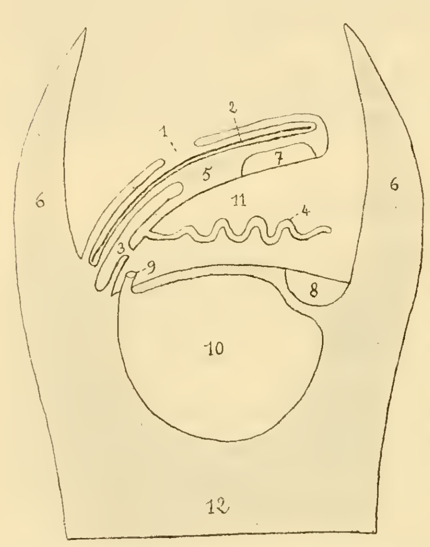


Fig. 1. — Coupe transversale passant par la moitié postérieure du corps de *Aplysia depilans*, d'après Gilchrist. 1, orifice de la cavité coquillère ; 2, coquille ; 3, rein ; 4, branchie ; 5, manteau ; 6, parapodie ; 7, glande palléale ; 8, glande hypobranchiale ; 9, anus ; 10, masse viscérale ; 11, cavité palléale ; 12, sole pédieuse.

La tête est pourvue en avant de deux paires de tentacules. Les antérieurs ou *tentacules labiaux* (pl. II, fig. B, 1) sont situés de part et d'autre de la *bouche* qui est terminale, et plus en arrière sont les véritables tentacules au *rhinophores* (pl. II, fig. B, 2). Entre les deux paires tentaculaires on observe les yeux qui sont tout à fait sessiles, et situés au fond d'une petite dépression du tégument (pl. II, fig. B, 3). A la base et en arrière du tentacule labial droit on observe un orifice par où peut se dévaginer le *pénis* ; il en part vers l'arrière une *gouttière génitale* (pl. II, fig. B, 4) qui longe le côté droit du cou, passe entre les paradies et se continue jusqu'à l'*orifice génital* qui s'ouvre à la partie antérieure de la cavité palléale (pl. II, fig. B, 14).

En arrière de cet orifice nous observons une *branchie*, en forme de panache, qui s'insère à gauche à la paroi du corps, mais dont l'extrémité s'incurve en arrière, de sorte que l'axe de l'organe devient presque parallèle à l'axe longitudinal du corps de l'animal (pl. II, fig, B, 8). Au niveau du point d'attache antérieur de la branchie se voit une petite dépression pigmentée qui est un organe des sens, l'*osphradion* (pl. I, 7). Au niveau du point d'attache postérieur de la branchie s'ouvre l'*orifice rénal* (pl. I, 10). Tout en arrière de la cavité palléale et dans la paroi même du siphon se voit un orifice plus volumineux et à bord plissé qui est l'*anus* (pl. II, fig. B, 9). Enfin, dans la cavité palléale nous devons signaler l'existence de deux glandes ou plutôt de deux groupes glandulaires : l'un occupant la face inférieure droite du manteau, c'est la *glande palléale* (pl. II, fig. B, 7), l'autre situé à droite sur le plancher même de la cavité palléale, c'est la *glande hypobranchiale* (pl. II, fig. B, 6).

Paroi du corps. — Le tégument de l'Aplysie est essentiellement constitué par une trame conjonctive à larges mailles, formant un vaste système lacunaire. Cette trame conjonctive est tapissée extérieurement par un épithélium cylindrique pourvu de cils vibratiles au niveau de la sole pédieuse et du manteau. Les cellules épithéliales sont en général assez hautes et remplies de granulations pigmentaires entre la cuticule et le noyau (fig. 2).

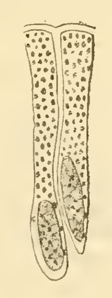


Fig. 2. — Cellules épithéliales (Orig.).

De place en place on observe les cellules caliciformes qui grossissent, s'enfoncent au-dessous de l'épithélium et constituent de la sorte de véritables glandes unicellulaires qui s'entourent d'une membrane musculo-conjonctive (fig. 3, A.

D'abord entièrement remplies de protoplasme, on voit la sécrétion s'accumuler bientôt sous forme d'une gouttelette de liquide qui s'accroît et finit par repousser le noyau et le protoplasme à la périphérie, presque toute la cellule étant occupée par le liquide sécrété (fig. 3, B). Quant la sécrétion s'est vidée au dehors, on ne voit plus que l'enveloppe musculo-conjonctive ratatinée. Cette sécrétion est tantôt pourprée et tantôt lactescente. Les cellules à pourpre sont surtout abondantes au niveau de la glande palléale, et chez *Aplysia punctata* ; les cellules lactescentes, dont la sécrétion est blanchâtre et fortement odorante, sont au contraire nombreuses au niveau de la glande hypobranchiale et dominent, chez *Aplysia*

depilans. La sécrétion de ces glandes unicellulaires est certainement un procédé de défense, car l'animal ne l'utilise que lorsqu'il est attaqué. C'est même là un excellent moyen défensif qui vaut à l'Aplysie de n'avoir pas d'ennemis ; la Sèche féroce elle-même mise dans un même bassin avec des Aplysies et réduite à la faim n'ose s'attaquer à elles. C'est vraisemblablement aussi ce liquide qui fit dans l'antiquité la terrible réputation de l'Aplysie. Elle entrait, dit-on, dans la composition de célèbres poisons de la Rome des Césars : Locuste l'employait pour Néron et Domitien fut accusé d'en avoir donné à son frère ; aussi Apulée fut-il accusé d'empoisonnement pour avoir simplement engagé des pêcheurs, à prix d'argent, à lui procurer un Lièvre marin qu'il voulait étudier. C'est cependant un animal bien inoffensif et qui ne mérite en rien l'horreur qu'il répand autour de lui.

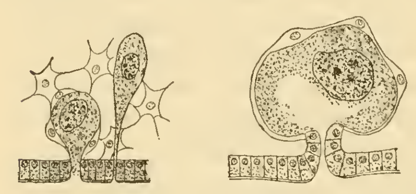


Fig. 3. — Glandes unicellulaires sous-épidermiques. Celle de droite est en train de sécréter (d'après Blochmann).

Mais à côté des cellules dont nous venons de parler et qui sont localisées dans la cavité palléale, il en existe d'autres plus petites, mais plus nombreuses, qui sont disséminées un peu sur tout le corps, mais en particulier au niveau de la sole pédieuse. Ce sont de simples cellules muqueuses, d'aspect granuleux. Au niveau de la région antérieure du pied certaines d'entre elles se réunissent en un amas et viennent déboucher dans une invagination du tégument, constituant ainsi une *glande pédieuse antérieure*. La sécrétion des glandes du pied sert simplement à lubrifier cet organe pendant la reptation.

Procédé de dissection. — Pour disséquer facilement les Aplysies dont la contractilité est un obstacle sérieux aux recherches anatomiques, on se trouve fort bien de l'emploi de la solution de chlorhydrate de cocaïne à 1/10e ou à 1/20e. Une injection sous-cutanée de 1 cmc. de cette solution, suffit pour amener, au bout de quelques minutes, une distension et une résolution musculaire complètes ; l'animal se laisse manipuler et disséquer sans se contracter le moins du monde. On peut alors le fixer sans l'ouvrir, en lui injectant par la branchie une certaine quantité de sublimé acétique. On peut également faire une injection colorée, pour étudier le trajet des vaisseaux sanguins.

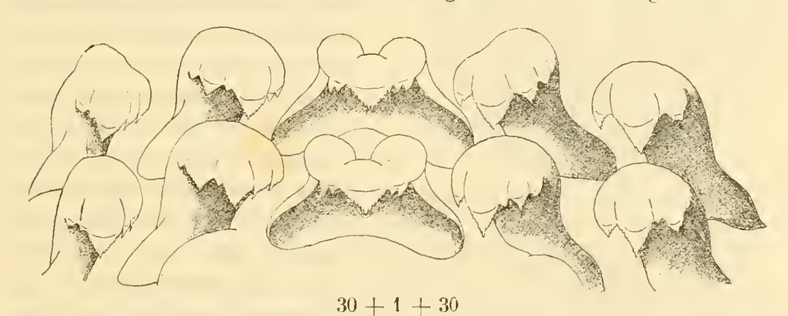
Dans toutes les descriptions suivantes, l'animal sera supposé

placé sur la face ventrale, la tête en haut et ouvert par le dos. Sa droite et sa gauche seront donc celles de l'observateur.

Je ferai de nombreux emprunts à l'excellent travail monographique de Mazzarelli (38) sur les Aplysiens, dont j'ai pu contrôler par moi-même la plupart des résultats.

Disposition générale des organes et des cavités du corps. — La région antérieure ne renferme guère que la partie antérieure du tube digestif et les centres nerveux cérébro palléo-pédieux, tandis que la plupart des organes sont localisés au-dessous de la coquille dans la région postérieure de la cavité viscérale. Cavité céphalique et cavité viscérale sont séparées l'une de l'autre par un diaphragme résistant, percé à gauche d'un orifice dans lequel s'engage le tube digestif.

Tube digestif. — La bouche se trouve à l'extrémité antérieure du corps, sur la ligne médiane, au-dessous des tentacules labiaux (pl. I, 15). L'orifice buccal présente de nombreux replis longitudinaux, reposant sur un anneau cartilagineux, le cartilage labial.



30 + 1 + 30

Fig. 4. — Région médiane de deux rangées de la radula de *Aplysia depilans* (Orig.).

Le bulbe pharyngien (pl. I, 17), est un organe puissamment musculaire. En arrière de l'orifice buccal se trouve un sphincter musculaire, puis viennent les mâchoires (pl. I, 16), qui ont l'aspect de deux lames cornées latérales. A l'extrémité postérieure du bulbe et ventralement se trouve la *radula* (pl. I, 18), supportée par une puissante masse musculaire. Elle présente de nombreuses dents disposées en séries transversales répondant chacune à la formule 30 + 1 + 30 (fig. 4). Dans la paroi dorsale du bulbe est creusée une gouttière, la *gouttière pharyngienne* (fig. 5, *l*) qui s'étend d'une extrémité à l'autre et reçoit en arrière, latéralement, les conduits des glandes salivaires. Sur les bords de la gouttière s'observent de nombreux bâtonnets chitineux.

L'*œsophage* (pl. I, 19) est assez court parce qu'il ne tarde pas à s'élargir pour former une vaste dilatation qui est le jabot. Il présente de nombreux replis longitudinaux et est tapissé par un épithélium cilié. L'œsophage est très musculaire ; il n'y a pas trace du moindre élément glandulaire. Le *jabot* (pl. I, 20), en est une simple dilatation et possède la même structure.

Immédiatement après le jabot le tube digestif produit un rétrécissement annulaire, puis se dilate rapidement pour constituer le *gésier* (pl. I, 22). Les parois ont une coloration rouge brun par suite de leur puissant développement musculaire (comme pour le bulbe pharyngien). L'épithélium repose directement sur une couche conjonctive, qui précède la couche musculaire. Tissu conjonctif et épithélium forment de place en place des alvéoles dans lesquelles sont encastrées des dents. L'épithélium est formé de cellules cylindriques non ciliées ; celles des alvéoles sont plus allongées et plus serrées. Les dents sont simplement encastrées dans leurs alvéoles, sans ciment ; c'est la raison pour laquelle elles se détachent avec une grande facilité. La forme est variable ; ordinairement la base est rhomboïdale et la pointe aiguë, mais celle-ci peut être plus ou moins recourbée. Quand l'estomac est clos, les dents sont en contact, les extrémités se plaçant entre les dents du côté opposé, comme les dents de deux roues à engrenage. Leur nombre est variable.

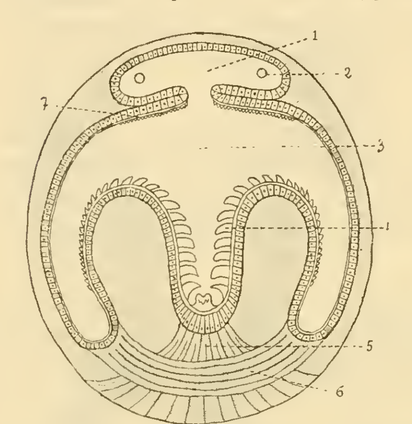


Fig. 5. — Coupe transversale du bulbe de *Aplysia depilans*. 1, gouttière pharyngienne ; 2, orifices des glandes salivaires ; 3, cavité buccale ; 4, radula ; 5, muscle rétracteur de la radula ; 6, muscle tenseur de la radula ; 7, bâtonnets chitineux (Orig.).

Puis vient ce que les auteurs appellent généralement l'*estomac* (pl. I, 23). Il se distingue du gésier par l'épaisseur plus faible de sa paroi moins musculaire ; l'épithélium est le même. Du reste, ce n'est pas en réalité un estomac, puisqu'on y observe aussi des dents, mais celles-ci sont petites, nombreuses et coniques et la pointe est tournée vers le gésier.

L'estomac traverse alors le diaphragme et se continue par l'*intestin*

(pl. I, 27). Celui-ci est très long et forme plusieurs anses comprises dans la masse du foie; il se termine par un rectum qui débouche au dehors au sommet d'une petite papille (pl. I, 11) située dans la paroi droite du siphon (pl. I, 12). L'épithélium intestinal est formé de cellules cylindriques allongées pourvues de cils vibratiles ; au niveau du rectum les cellules sont presque aplaties et les cils très courts. La paroi de l'intestin est assez mince et pourvue de rares fibres musculaires, qui augmentent rapidement au niveau du rectum, pour atteindre leur maximum au voisinage de l'anus. Celui-ci est de plus entouré d'un anneau de puissants fibres musculaires qui constituent le *sphincter anal*.

Immédiatement en arrière de l'estomac, l'intestin donne naissance à un prolongement latéral qui a reçu le nom de *cæcum hépatique* (pl. I, 25) et que l'on peut considérer à première vue comme une portion de l'intestin enfoncée dans le foie. Sa cavité est divisée en deux par un repli saillant de la paroi qui la divise longitudinalement sur presque toute sa longueur ; ce repli s'arrête en effet avant le fond du cæcum, de sorte que les deux cavités communiquent largement en ce point. L'une communique largement avec une vaste dilatation de l'estomac où viennent déboucher les conduits hépatiques et qui a reçu le nom de *chambre biliaire* (pl. I. 24), l'autre communique avec l'intestin par un orifice en forme de boutonnière.

Les *glandes salivaires* (pl. I, 21), sont représentées par deux longs tubes, qui d'une part adhèrent à la face externe du gésier et d'autre part viennent déboucher dans la gouttière pharyngienne. Chacune d'elles est une sorte de sac conjonctif, tapissé intérieurement de grandes cellules glandulaires à gros noyau et à contenu granuleux, qui déversent directement leur sécrétion dans le canal central de la glande.

Le *foie* qui, comme chez tous les Mollusques, offre un énorme développement, embrasse la plus grande partie de l'intestin et une partie de la glande hermaphrodite (pl. I, 26). Il est de couleur brune plus ou moins foncée. Les lobules qui le constituent, communiquent les uns avec les autres et se fusionnent en un conduit unique revêtu d'épithélium vibratile et les divers conduits hépatiques viennent déboucher enfin dans la chambre biliaire. L'épithélium qui tapisse les lobules hépatiques est formé par trois sortes d'éléments : des *cellules vacuolaires* qui constituent l'élément excréteur du foie ; des *cellules calcaires* peu nombreuses, qui sont des éléments de réserve ; enfin de nombreuses *cellules hépatiques* granuleuses qui sécrètent les ferments digestifs.

Mécanisme de la digestion. — Quand une Aplysie se prépare à manger, elle allonge la tête en avant et fait pénétrer dans la cavité buccale un lambeau de l'Algue (ordinairement *Ulva lactuca*) qui lui sert de nourriture. Le sphincter buccal se contracte alors et le fragment d'Algue se trouve pincé entre les deux mâchoires. Les muscles latéraux du bulbe se contractant, attirent en avant la radula, qui, par l'action de ses muscles propres, déchire l'Algue en petits lambeaux qui sont entraînés dans la gouttière œsophagienne, où ils se ramollissent sous l'action de la sécrétion alcaline des glandes salivaires. De là les aliments passent dans l'œsophage et s'accumulent peu à peu dans le jabot. Après quoi la nourriture passe dans le gésier où elle est broyée et triturée, puis dans l'estomac où elle est retenue par les nombreuses petites dents qui en garnissent la paroi. Elle passe alors graduellement dans la chambre biliaire où elle se mélange intimement avec la bile, subit en ce point de nombreuses modifications chimiques et continue son chemin d'une gouttière dans l'autre, pour revenir enfin dans l'intestin où les fragments d'Algue ne sont plus reconnaissables ; c'est donc dans le cœcum hépatique que s'accomplit en grande partie la digestion, d'où le grand développement du foie qui est le seul organe actif de la digestion. Les résidus alimentaires constituent ensuite un long cordon qui est entraîné peu à peu par les cils vibratiles de l'intestin jusqu'au niveau de l'anus. Là, il est expulsé au dehors sous forme d'un cordon verdâtre, dont la couleur serait due au pigment biliaire. Ajoutons que d'après Remy Saint-Loup (**54**) ce pigment serait dû lui-même à la chlorophylle absorbée par l'animal et qui viendrait s'accumuler dans le foie.

Appareil circulatoire. — Il se compose d'un centre moteur, le cœur ; d'un système vasculaire artériel et d'un système lacunaire veineux.

Le *cœur* est situé du côté droit, vers le tiers postérieur du corps ; le ventricule (pl. I, 28) se trouve un peu en avant de l'oreillette (pl. I, 41). Il en part une *aorte* qui se dilate aussitôt pour constituer dans l'intérieur même du péricarde une poche que Cuvier (**18**) a fait connaître et qui a reçu le nom de *crosse de l'aorte* ou de *crista aortae* (pl. I, 29). Nous aurons à y revenir tout à l'heure. Il en part les deux grandes artères viscérales. Le premier de ces vaisseaux que je désignerai sous le nom d'*artère abdominale* ou *aorte postérieure*, se dirige en arrière et s'enfonce au milieu des circonvolutions de l'intestin et des lobules du foie (pl. I, 34) ; il fournit de nombreuses branches à ces organes et il est facile d'en suivre les ramifications jusque dans le voisinage de l'anus.

L'*artère gastrique* naît immédiatement en avant de l'artère abdominale et suit une direction opposée (pl. I, 33) ; elle fournit une paire de vaisseaux récurrents qui distribuent leurs ramuscules au gésier et au pylore ; on en voit naître ensuite des artères de l'estomac, des glandes salivaires et du jabot ; enfin, devenue très grêle, lele longe l'œsophage, dans les parois duquel elle envoie beaucoup de ramuscules, et se termine près de la partie postérieure de la masse pharyngienne.

Au delà de la crosse vasculaire et aussitôt après sa sortie du péricarde, l'aorte fournit l'*artère génitale* (pl. I, 31) qui se dirige en arrière, en passant sous le cœur, et se distribue à l'oviducte et aux parties voisines de l'appareil reproducteur. Une autre artère que l'on pourrait appeler *palléale* prend son origine très près de l'artère génitale, se dirige également en arrière, mais en passant au-dessus du cœur, et distribue de nombreuses branches à la portion du manteau qui renferme la coquille. Une troisième artère naît de la même partie de l'aorte, passe sous l'oviducte et se distribue à la glande hypobranchiale. Enfin, une quatrième artère se détache de l'aorte un peu en avant des précédentes et se porte également en arrière pour se distribuer aux parties voisines du manteau et au rein.

L'aorte se dirige ensuite en avant (pl. I, 30), en passant sous l'estomac, et ne donne aucune branche avant d'être parvenue auprès du collier œsophagien. Là, elle passe entre les deux commissures pédieuses et fournit deux grosses *artères pédieuses* (pl. I, 32) qui se dirigent en dehors, puis se recourbent en arrière et se divisent chacune en deux branches dont l'une se distibue au pied, l'autre à la parapodie correspondante.

Vers le point où l'aorte est embrassée par le collier œsophagien, il en part une paire d'*artères cervicales* qui se portent vers les centres nerveux, les tentacules et la région dorsale du corps. L'artère cervicale du côté droit est beaucoup plus grosse que celle du côté opposé et fournit des branches à l'appareil copulateur ; elle longe le bord supérieur du sillon génital, et se prolonge jusque dans le voisinage de l'orifice de l'oviducte.

Entre les deux branches terminales de l'aorte sont une artère pharyngienne, qui se divise presque immédiatement en trois branches : deux récurrentes remontent sur les côtés de la masse charnue du pharynx et se distribuent à toute la portion moyenne et postérieure de cet appareil ; l'autre, impaire, se dirige en avant et va se ramifier dans le voisinage de la bouche.

Le sang artériel, distribué ainsi dans toutes les parties du corps,

arrive dans un système capillaire très riche et à parois parfaitement distinctes; mais ces artérioles se résolvent peu à peu en petites lacunes formées par les interstices que les brides cellulaires et les fibres des divers tissus laissent entre elles. Ces vacuoles communiquent à leur tour avec une multitude de lacunes plus considérables situées sous les téguments communs et au milieu des faisceaux musculaires du pied, du manteau et des autres parties du corps. Il en résulte un vaste système de cavités veineuses occupant l'épaisseur des parois du corps. Dans le pied et les parapodies, ces lacunes sont très dilatables et se prêtent à une grande accumulation de liquide ; dans la région dorsale elles sont au contraire petites et serrées. Elles ne communiquent nulle part avec l'extérieur et la membrane imparfaite qui tapisse l'abdomen les sépare de la cavité viscérale et ne les clôt pas du côté interne. Cette tunique péritonéale est d'une texture très spongieuse et présente des pertuis par lesquels un passage très facile s'établit entre les lacunes sous-cutanées et la cavité viscérale.

Ce grand sinus veineux viscéral est lui-même en communication (pl. I, 35) : 1° avec les bords du manteau ; 2° avec les lacunes rénales (pl. I, 36) ; 3° avec la branchie au moyen d'une artère branchiale (pl. I, 38).

Le bord antérieur de la branchie est occupé par une veine branchiale (pl. I, 40) qui communique avec l'oreillette du cœur par un orifice garni de valvules. Mais il est un point relatif aux connexions de ce vaisseau avec le rein qui semble avoir échappé à l'attention de Cuvier et qui a été signalé par H. Milne-Edwards (**44**) : c'est la communication du tissu lacunaire du rein avec la veine branchiale (pl. I, 37).

Tout le sang ne suit pas en effet le même chemin. Une portion traverse le rein pour aller se déverser dans l'oreillette, *sans avoir traversé la branchie*. Il y a donc dans le cœur du sang mixte composé par moitié de sang artériel provenant de la branchie et de sang veineux provenant du rein. Or, le sang artériel provenant de la branchie est oxydé mais non dépuré et le sang veineux provenant du rein est dépuré mais non oxydé. C'est ce sang mixte non entièrement dépuré et non entièrement oxydé, qui est lancé dans la circulation générale.

La *crosse aortique* (pl. I, 29) est, comme le cœur, contenue tout entière dans le *péricarde* (pl. I, 42). Sa paroi est formée d'un feutrage conjonctivo-élastique dont les mailles, remplies d'amibocytes, sont en rapport avec le courant circulatoire. Ce serait donc pour Cuénot

(**14**) une glande lymphatique. Pour Mazzarelli (**38**) il n'en serait rien ; ce serait un simple réservoir à paroi élastique situé à la sortie du cœur pour régler le débit du sang en régularisant sa pression. Du reste, dans un travail plus récent (**16**), Cuénot abandonne sa première opinion pour se rallier entièrement à celle de Mazzarelli. Mais tous les auteurs, depuis Grobben (**22**), sont du moins d'accord sur ce fait, c'est que du côté de la cavité péricardique la crosse aortique est limitée par un épithélium cylindrique, renfermant des granulations jaunâtres, et fonctionnant sans aucun doute comme *glande péricardique*.

Appareil respiratoire. — La *branchie* (pl. I,9) se trouve insérée entre le manteau et le pied, mais sans être entièrement recouverte, de sorte qu'elle dépasse plus ou moins le bord droit de l'animal. Elle présente un grand nombre de lamelles (pl. I, 39), formées chacune par un épithélium de revêtement, une trame conjonctive et musculaire, et une lacune en communication avec la cavité du conduit afférent et du conduit efférent ; *il n'existe pas de capillaires*. On peut donc, en résumé, considérer la branchie comme un vaste sac pourvu de nombreux diverticules. Certaines des cellules épithéliales portent une grosse touffe de longs et robustes cils vibratiles. Dans la lacune on trouve une quantité de globules sanguins à noyaux fortement colorés.

L'entrée de la cavité palléale est défendue par la glande palléale (pl. II, B, 7) et la glande hypobranchiale (pl. II, B, 6). L'osphradion situé en ce point (pl. I, 7) a vraisemblablement pour but de reconnaître la qualité de l'eau destinée à la respiration. Lorsque cette eau vient à se troubler, la cavité palléale se ferme par action réflexe, puis quand elle s'ouvrira à nouveau, le mucus sécrété par les glandes de la région formera une série de filaments entrecroisés à travers lesquels l'eau va pouvoir se filtrer et les particules retenues seront entraînées par le mouvement des cils vibratiles de l'épithélium ectodermique. Les particules étrangères qui arrivent à pénétrer avec l'eau dans la cavité palléale sont chassées par le mouvement des longs cils de la branchie destinés à renouveler sans cesse l'eau de la respiration et ils sont ensuite expulsés par le siphon avec les excreta provenant du rein et du tube digestif.

Appareil excréteur. — Le *rein* (pl. I, 44) est placé sur la face dorsale gauche du corps, en arrière du cœur. A sa droite se trouve la branchie. Postérieurement, se trouve le rectum, puis l'anus. Il est contenu en partie dans l'épaisseur du manteau (fig. 1, *3*). Les

lacunes sanguines du rein communiquent, comme nous l'avons vu, d'un côté avec les lacunes intermusculaires du pied et du manteau et d'autre part avec l'oreillette du cœur. Le conduit réno-péricardique (pl. I, 43) est en réalité assez long et est adossé à la paroi du péricarde qui limite la portion inférieure gauche de la cavité palléale.

Le rein peut être considéré comme un vaste sac dont les parois s'infléchissent et se replient en dedans, de manière à former des lamelles internes, et extérieurement des sillons intralamellaires. Ces sillons constituent le système lacunaire sanguin du rein. La cavité rénale communique d'une part avec le péricarde par l'orifice réno-péricardique et d'autre part avec la cavité palléale par le pore rénal (pl. I, 10).

La membrane fondamentale du rein est constituée par une lamelle conjonctive assez mince. Cette membrane est revêtue du côté de la cavité du rein par les cellules rénales. Celles-ci sont d'une seule forme ; il n'y a pas de cils vibratiles, comme chez les Prosobranches. Elles se présentent différemment suivant qu'on les examine à l'état frais ou dans les coupes. Sur coupes les cellules rénales paraissent disposées suivant une seule couche. Elles sont plus ou moins arrondies, à contenu granuleux. A l'état frais elles présentent une grande vacuole renfermant des concrétions jaune d'or et des cristaux. Le protoplasme est semi-lunaire et possède en son milieu un noyau arrondi, qui paraît comme une tache claire très réfringente. En dissociant un fragment de rein dans l'acide chromique à 1 pour 10 000, on obtient de très bonnes préparations, faciles à colorer.

Le conduit réno-péricardique est tapissé d'un épithélium composé de petites cellules cubiques pourvues non de cils, mais de très longs flagelles.

Le pore rénal est formé par une petite invagination ectodermique. Il est tapissé de cellules cylindriques semblables à celles qui revêtent la cavité palléale.

Système nerveux. — Le système nerveux central est constitué par deux ganglions cérébroïdes, deux ganglions pédieux, deux ganglions pleuraux et deux ganglions viscéraux.

Les ganglions *cérébroïdes* (pl. I, 45) sont unis par une commissure tellement courte, qu'on peut les croire fusionnés en une seule masse.

Les ganglions *pédieux* (pl. I, 49) sont beaucoup plus volumineux. Ils sont réunis entre eux par une large commissure assez courte. On observe également une grêle commissure parapédieuse (pl. I, 50).

C'est entre ces deux dernières commissures que passe l'aorte. Les ganglions pédieux sont unis aux ganglions cérébroïdes par deux connectifs assez longs.

Les deux ganglions *pleuraux* (pl. I, 51) sont notablement petits. Ils sont accolés aux ganglions pédieux et unis par un connectif avec les ganglions cérébroïdes.

Il en part deux longs connectifs (pl. I, 52) qui se dirigent en arrière et à droite et se terminent dans une masse ganglionnaire située en avant de la cavité palléale. Certains observateurs, tels que Cuvier (**18**), ont pu croire que cette masse ganglionnaire était unique, mais il suffit d'un examen un peu attentif pour constater qu'elle est double. Toutefois, la plupart des auteurs ne pouvant homologuer ces deux ganglions avec les ganglions viscéraux des autres Gastéropodes admettent que ce sont des ganglions accessoires développés secondairement sur la commissure viscérale. Or, on peut constater facilement au microscope qu'elle se compose en réalité de trois ganglions. Le ganglion de droite, qui fournit le nerf de l'osphradion, est incontestablement le représentant du *ganglion sus-intestinal* (pl. I, 53). Il est du reste placé dorsalement par rapport aux deux autres, et c'est là la trace évidente d'un reste de streptoneurie.

Quant à la masse ganglionnaire située à gauche et ventralement, il est possible de constater au microscope qu'elle est souvent formée de deux ganglions : l'un postérieur, plus volumineux, uni par un connectif avec le ganglion sus-intestinal, et fournissant le gros nerf génital, c'est donc le *ganglion viscéral* (pl. I, 54) ; l'autre, antérieur, plus petit, accolé au ganglion viscéral et d'où part le connectif qui se rend au ganglion pleural gauche ; c'est donc le *ganglion sous-intestinal* (pl. I, 55). Ainsi se trouve ramené le système nerveux de l'Aplysie au type normal des Gastéropodes (**26**).

Voyons maintenant les principaux nerfs qui partent de ces différents ganglions.

Le ganglion cérébroïde fournit :

1° le *nerf buccal* (pl. I, 46) qui après un court trajet se bifurque : le rameau interne va se terminer autour de la bouche, vraisemblablement à l'organe du goût, tandis que le rameau externe va se ramifier dans le tentacule antérieur qui représente l'organe du tact (pl. I, 1).

2° le *nerf optique* (pl. I, 47) qui forme dès son origine un ganglion optique compris dans l'épaisseur de l'enveloppe conjonctive des

ganglions cérébroïdes. Le nerf optique est très grêle et assez long : il n'envoie aucun rameau et se rend directement à l'œil (pl. I, 3). Sur une grande portion de son trajet il est uni au nerf suivant par une enveloppe conjonctive commune, de sorte que l'on pourrait croire qu'il n'en est que l'émanation.

3° le *nerf olfactif* (pl. I, 48) qui se rend au tentacule postérieur ou rhinophore (pl. I, 4). Là, il se renfle en un ganglion d'où partent une série de rameaux nerveux qui vont se terminer dans les éléments neuro-épithéliaux particulièrement nombreux dans le sillon terminal qui donne à ces tentacules la forme caractéristique d'une oreille.

4° le *nerf acoustique* qui se rend à l'otocyste.

Des ganglions pédieux partent toute une série de nerfs qui se rendent en avant et en arrière pour innerver le pied et les parapodies. Du ganglion pédieux droit part un nerf impair destiné à l'innervation du pénis.

Des ganglions pleuraux ne partent aucun nerf.

Le ganglion sus-intestinal fournit, comme nous l'avons vu, le *nerf osphradial* (pl. I, 56). Ce nerf après un court trajet envoie un rameau au manteau et peu après se termine dans un ganglion osphradial parfaitement distinct (pl. I, 57), d'où partent d'une part des filaments nerveux qui se terminent dans les cellules neuro-épithéliales de l'osphradion et d'autre part un filet nerveux qui pénètre dans la branchie.

Du ganglion viscéral sort le gros *nerf génital* sur le trajet duquel on observe un ganglion génital bien distinct et qui se ramifie dans tout l'appareil génital, par une innervation compliquée en rapport avec la grande complexité de cet appareil.

Quant au ganglion sous-intestinal il ne fournit aucun nerf.

Système nerveux sympathique. — Entre le bulbe et l'œsophage se trouvent les deux *ganglions buccaux* que deux connectifs réunissent aux ganglions cérébroïdes ; ils sont eux-mêmes réunis par une courte commissure. En avant ils envoient une série de nerfs pour l'innervation du bulbe lingual. En arrière partent deux *nerfs stomatogastriques* qui descendent le long de l'œsophage et du jabot jusqu'au niveau du gésier ; là les deux branches s'anastomosent l'une avec l'autre, de manière à constituer un anneau nerveux qui entoure à ce niveau le tube digestif. De cet anneau partent un certain nombre de filets nerveux disposés comme des méridiens autour du gésier et qui en s'anastomosant de nouveau constituent

un second anneau nerveux à l'extrémité postérieure du gésier. Il en part enfin toute une série de ramuscules nerveux qui accompagnent l'intestin jusqu'à l'anus.

Organes des sens. — L'œil (pl. I, 3) est entièrement caché sous la peau. La *cornée* est constituée par le tégument externe qui perd son pigment et s'amincit à ce niveau. Elle présente deux revêtements épithéliaux : l'un externe, continuation de l'épithélium ectodermique (fig. 6, *1*) et l'autre interne (fig. 6, *4*), du côté de la cavité, continuation de la rétine. Entre les deux se trouve du tissu conjonctif (fig. 6, *2*) et une vaste lacune (fig. 6, *3*) dont le liquide correspond à l'*humeur aqueuse*. Le *cristallin* (fig. 6, *5*) a une forme sphérique et occupe plus des deux tiers de la cavité oculaire ; il présente des stries concentriques qui sont visibles seulement à un fort grossissement.

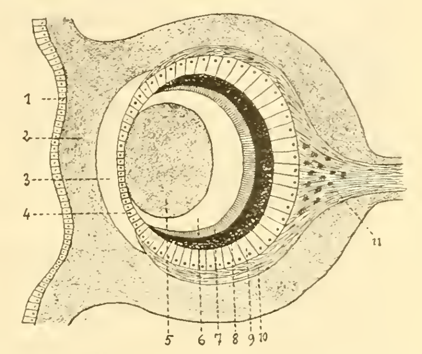


Fig. 6.— Œil d'Aplysie, d'après Mazzarelli : 1, 2, 3, 4, cornée; 1, épithélium externe; 2, tissu conjonctif ; 3, lacune sanguine; 4, épithélium interne ; 5, cristallin ; 6, humeur vitrée; 7, couche de bâtonnets; 8, pigment rétinien ; 9, cellules rétiniennes ; 10, épanouissement des fibrilles du nerf optique; 11, cellules ganglionnaires.

L'*humeur vitrée* occupe l'espace interposé entre le cristallin et la rétine (fig. 6, *6*).

La *rétine* est d'inégale épaisseur. Plus épaisse au fond de l'œil et près de l'insertion du *nerf optique*, elle s'amincit graduellement sur le côté et se continue antérieurement avec l'épithélium interne de la cornée. Elle se compose de 3 éléments : 1° les cellules ganglionnaires ; 2° les cellules pigmentées ; 3° les cellules non pigmentées. Les *cellules ganglionnaires* (fig. 7, *6*) sont limitées au fond de l'œil au niveau de l'épanouissement du nerf optique. Elles possèdent des prolongements qui sont relativement beaucoup plus grands pour les petites cellules. Ces prolongements sont en connection avec les fibrilles du nerf optique. Les *cellules non pigmentées* (fig. 7, *4*) ont un gros noyau ovoïde ou arrondi, et un protoplasme homogène assez clair. Elles présentent à leur base de fins prolongements qui se continuent avec les fibrilles du nerf optique. Les *cellules pigmentées* (fig. 7, *5*) sont grêles et allongées et alternent presque régulièrement avec les précédentes. Leur protoplasme est finement granu

leux et leur noyau ovoïde et granuleux est situé dans une portion dilatée du prolongement basilaire qui se continue nettement avec les fibrilles du nerf optique. La portion distale s'élargit au contraire peu à peu en forme de coupe et se charge de pigment noir très abondant, surtout au fond de la rétine, en face de la cornée (fig. 7, *3*). Au delà de la partie pigmentée, chaque cellule pigmentée se prolonge notablement de manière à former une expansion qui, au niveau des cellules latérales, est plus longue que le corps même de la cellule ; elle présente les mêmes réactions que la substance cornée sécrétée en divers points du corps des Mollusques. De plus, elle est striée longitudinalement. Les stries correspondent évidemment à ce que Patten a nommé les bâtonnets (fig. 7, *2*) et constituent certainement un milieu réfringent. Les prolongements des cellules non pigmentées pénètrent entre les cellules à bâtonnets et pourraient correspondre aux cônes de l'œil des animaux supérieurs (fig. 7, *1*).

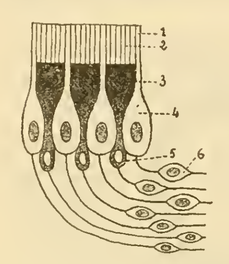


Fig. 7. — Coupe transversale de la rétine de l'Aplysie. 1, cônes ; 2, bâtonnets ; 3, pigment rétinien ; 4, cellules non pigmentées ; 5, cellules pigmentées ; 6, cellules ganglionnaires (Orig.).

Les **otocystes** ont la forme de deux petits sacs ovoïdes étroitement accolés aux ganglions pédieux dont ils sont séparés par une mince couche de tissu conjonctif. Le nerf acoustique qui provient du ganglion cérébroïde correspondant pénètre dans l'otocyste au niveau de l'origine (dans le ganglion pédieux) du connectif pleuropédieux. L'otocyste ne contient qu'un seul otolithe très volumineux.

L'otocyste est limité en dehors par une mince membrane qui n'est que la continuation du névrilemme du nerf acoustique.

Les **tentacules** de l'Aplysie sont au nombre de quatre et constituent deux paires : l'une antérieure et l'autre postérieure.

Les tentacules postérieurs ont reçu le nom de *rhinophores*, par suite de la fonction olfactive qu'on leur attribue, que les recherches de Garnault (**20**) sur le Cyclostome permettent d'admettre, du moins jusqu'à un certain point. Les tentacules antérieurs sont très élargis et se présentent d'ordinaire comme deux expansions membraneuses situées de chaque côté de la bouche. Les tentacules postérieurs sont au contraire cylindriques, auriculaires ou plus ou moins allongés suivant les espèces.

L'épithélium qui revêt les uns et les autres de ces tentacules ne

diffère pas de celui du reste du corps. Il est constitué par de petites cellules cylindriques avec petit noyau arrondi au fond de la cellule, protoplasme finement granuleux et quantité notable de granules de pigment vers l'extrémité libre. Toutes ces cellules présentent sur leur bord libre un double contour très marqué. Le parenchyme du tentacule est constitué de tissu conjonctif réticulé lacunaire, de sorte que le redressement des tentacules dépend aussi du remplissage des lacunes par le liquide sanguin. Il existe aussi de nombreux faisceaux musculaires longitudinaux par rapport à l'axe du tentacule. Parmi les éléments épithéliaux se trouvent, dans la portion terminale concave des tentacules postérieurs, des éléments neuro-épithéliaux. Ceux-ci ont la base du corps dilaté et renferment un noyau arrondi. L'extrémité antérieure s'amincit fortement et s'insinue entre les cellules épithéliales pour se terminer par un pinceau de cil. Le prolongement basilaire se continue avec une fibrille nerveuse. Ces éléments neuro-épithéliaux sont très voisins de ceux décrits par Flemming chez différents Mollusques, sous le nom de cellules en pinceau (*Pinselzellen*).

L'osphradion ou organe de Spengel se présente extérieurement sous la forme d'une petite tache jaune placée en avant de la branchie, au point d'insertion de la veine branchiale. Comme l'a observé Spengel (**57**), l'épithélium ectodermique se modifie en ce point. devient plus haut et présente des cils vibratiles. Du ganglion sous-jacent partent de nombreux filaments nerveux qui s'effilent graduellement et vont se terminer dans les éléments neuro-épithéliaux qui se trouvent entre les cellules épithéliales vibratiles, qui constituent le revêtement externe de l'organe. De semblables filaments nerveux vont aussi très loin de l'osphradion et se terminent aussi dans des éléments neuro-épithéliaux semblables. Entre le ganglion et l'organe se trouve une mince couche conjonctivo-musculaire traversée perpendiculairement par les fibrilles nerveuses qui se portent à l'épithélium externe.

Appareil reproducteur. — Les organes qui constituent cet appareil sont les suivants : la glande hermaphrodite ; le canal efférent, la masse génitale annexe, le canal génital commun, la gouttière génitale et l'organe copulateur. Ils ont été particulièrement bien étudiés par Robert.

La *glande hermaphrodite* (pl. I, 58) est située en arrière et un peu à gauche du foie avec lequel elle est étroitement unie. Elle s'en distingue cependant par sa teinte plus claire. Chaque acinus ren-

ferme à la fois des ovules et des spermatozoïdes à tous les états de développement (fig. 8). Les canalicules de chacun de ces acinus se réunissent pour former le *canal efférent* (pl. I, 59).

Les parois de ce dernier sont minces, peu musculaires, mais très élastiques. L'épithélium qui le tapisse en dedans est vibratile. Ce canal est d'abord plein de sperme, puis on y rencontre des œufs de plus en plus nombreux au fur et à mesure qu'on se rapproche de la ponte, jusqu'à ce que finalement on n'y rencontre plus que des œufs.

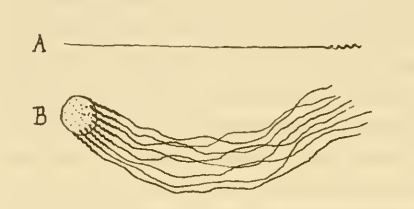


Fig. 8. — A, spermatozoïde isolé ; B, faisceau de spermatozoïdes (Orig.).

La *masse génitale annexe* (pl. I, 60) est ovoïde et située à la partie antérieure du foie. Le canal efférent vient y déboucher dans une portion dilatée qui est la *chambre de fécondation* (pl. I, 67) et qu'un canal réunit avec la poche copulatrice. Dans cette chambre débouche la *glande de l'albumine* (pl. I, 68), et un conduit d'abord très étroit et très pelotonné, *glande contournée* (pl. I, 62), mais qui se dilate bientôt en une *glande nidamentaire* (pl. I, 63) qui s'enroule plusieurs fois autour de la glande de l'albumine et va finalement se terminer par le *canal génital commun* (pl. I, 64). Un repli de la paroi divise ce canal en deux gouttières, l'une large ou *conduit oviducto-déférent* qui continue la glande nidamentaire et qui sert à l'expulsion des produits sexuels, l'autre étroite qui constitue le *conduit vaginal* (pl. I, 65) et se termine en arrière dans la *poche copulatrice* (pl. I, 61). Un peu avant l'orifice génital débouche dans le vagin le conduit de la *vésicule de Swammerdam* (pl. I, 66).

Le conduit oviducto-déférent du canal commun se continue au dehors par une *gouttière génitale* garnie de cils vibratiles (pl. I, 5). Cette gouttière suit le côté droit du corps depuis l'orifice génital jusque sous le tentacule labial droit où elle aboutit à l'orifice mâle par où peut se dévaginer le *pénis* (pl. I, 2).

Celui-ci est fort long et parcouru jusqu'à son extrémité par la continuation de la gouttière génitale.

Dans la chambre de fécondation les œufs sont d'abord fécondés par le sperme venu de la poche copulatrice, puis ils s'entourent d'albumine, sont réunis en filaments ovigères dont les coques sont sécrétées par la glande contournée. La glande nidamentaire fournit l'enveloppe gélatineuse de la ponte. Le ruban d'œufs suit alors le

conduit génital commun, puis la gouttière génitale qui le conduit jusque devant la bouche où il est collé par le mufle aux rochers (fig. 11). La ponte dure au moins 12 heures.

Le sperme suit le même chemin, mais au niveau du pénis en érection il en gagne l'extrémité et pénètre avec lui dans le conduit vaginal d'où il va s'accumuler dans la poche copulatrice.

Quant à la vésicule de Swammerdan, c'est vraisemblablement un réservoir où s'accumulent des produits de rebut et des éléments inutiles comme les spermatozoïdes pendant la ponte ou les ovules pendant l'éjaculation. En effet les parois sont richement vascularisées, comme pour permettre une résorption de ces produits qui ne peuvent plus du reste ressortir par suite d'une disposition analogue au débouché des uretères dans la vessie. En effet, si l'on y pousse une injection, la poche se dilate, mais le liquide ne s'en échappe jamais.

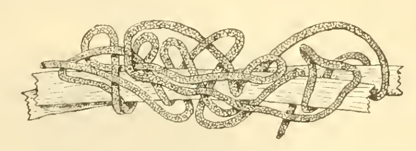


Fig. 9. — Ponte d'Aplysie enroulée sur un fragment de Zostère; réduite de moitié (Orig.).

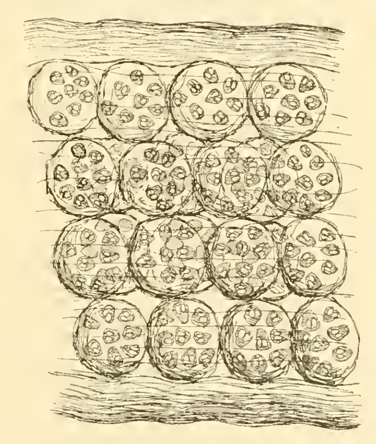


Fig. 10. — Portion de ponte d'Aplysie vue au microscope : le cordon nidamentaire renferme les coques ovigères contenant chacune 8 à 9 embryons (Obrig.).

Déroulée la ponte de l'Aplysie (fig. 9) peut mesurer une vingtaine de mètres de longueur et renfermer plus de 100.000 œufs, chaque coque ovigère en renfermant un nombre variable avec les espèces (8 pour l'*Aplysia depilans*). Ces coques sont disposées à l'intérieur du cordon gélatineux suivant une hélice à tours de spire très rapprochés (fig. 10). On a donc un véritable chapelet de coques ovigères enroulé suivant une hélice et entouré par un revêtement cylindrique d'une matière gélatineuse.

Chaque animal peut jouer tour à tour le rôle de mâle et de femelle, souvent même simultanément, car il n'est pas rare d'observer des chaînes d'animaux accouplés et jouant tous par

conséquent le double rôle à l'exception des deux individus situés aux extrémités de la chaîne. L'accouplement est fort long et dure plusieurs heures (6 heures chez *Aplysia depilans*) durant lesquelles les animaux restent immobiles. L'animal qui joue le rôle de mâle

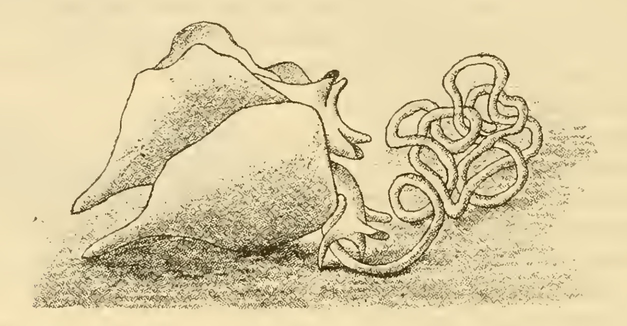


Fig. 11. — Accouplement de deux Aplysies. Cette figure montre que la ponte peu se continuer même pendant l'accouplement, grâce à la double gouttière du canal génital commun (Orig.).

est fixé par son pied sur le manteau de l'animal femelle, la tête placée entre les parapodies (fig. 11). En général après quelques heures de repos l'animal femelle devient mâle à son tour et réciproquement.

Développement. — Les premières phases du développement, mal vues par Mazzarelli (**38**), avaient par contre été très bien étudiées par Blochmann (**3**). Nous donnerons donc la segmentation d'après ce dernier auteur et le développement larvaire d'après Mazzarelli, avec quelques légères modifications personnelles.

Après expulsion de deux globules polaires et fécondation, l'œuf se divise en deux blastomères. Ceux-ci se divisent à leur tour, mais inégalement, de manière à constituer quatre *macromères* dont deux volumineux riches en vitellus et deux petits. Au niveau de leur pôle formatif ces macromères se divisent alors transversalement de manière à donner quatre *micromères:* puis à la suite de deux nouvelles divisions, les macromères donnent finalement douze micromères. A partir de ce moment les macromères cessent de se diviser et les micromères continuant à le faire, forment une calotte de cellules qui recouvrent les macromères en laissant une fente étroite au pôle opposé, c'est le *blastopore* ; il y a eu *gastrula par épibolie*. Au niveau du pôle opposé au blastopore, ou pôle animal, les macromères se diviseraient alors pour donner une série de petites cellules qui, par division successive, constituent l'endo-

derme. Telle est du moins l'opinion de Mazzarelli, mais je pense, pour ma part, que ces cellules proviennent simplement de l'un des deux macromères. L'ectoderme continuant à se développer plus rapidement, les deux feuillets se séparent bientôt, sauf autour du blastopore, et il existe dès lors une *cavité de segmentation*. Des deux petits macromères, l'un riche en vitellus constitue l'origine droite du foie, tandis que l'autre presque uniquement formé de protoplasme formatif et situé en arrière, constitue l'origine du *mésoderme*. Le blastopore se ferme.

Certaines cellules ectodermiques s'invaginent alors et deviennent cylindriques, il en résulte la *glande coquillière ;* une petite coquille se sécrète à l'intérieur, puis les bords se replient vers le haut de manière à constituer l'origine du manteau. Au point où était le blastopore, se forme une invagination de cellules ectodermiques cylindriques ; c'est le *stomodeum* qui s'ouvre bientôt dans la cavité endodermique. En même temps les cellules mésodermiques primitives se divisent rapidement et donnent naissance de chaque côté du stomodeum à deux lobes volumineux qui constitueront l'un le *voile*, l'autre le *pied*.

Puis dans le pied, de chaque côté de la bouche se développent deux petites invaginations ectodermiques qui ne tardent pas à se fermer et constituent les *otocystes*. Vers la même époque apparaissent, à la base du voile, deux accumulations de cellules mésodermiques qui se disposent en cercle et correspondent aux *reins primitifs*. Plus tard la torsion commence et les cellules mésodermiques postérieures du pied se multiplient pour donner naissance à un sac clos qui s'ouvre bientôt au dehors et constitue le *rein définitif*. Il se trouve situé à la limite de la coquille et du pied et correspond à l'*œil anal* de LACAZE-DUTHIERS et PRUVÔT (**31**). En effet, un peu en arrière on ne tarde pas à voir se produire une invagination ectodermique qui vient s'accoler au mesenteron et finalement s'y ouvrir. Ce *proctodeum* correspond à l'orifice anal et au rectum. L'anus se développe en un point où l'on observait deux cellules devenues très volumineuses et renfermant une grosse vacuole et qui sont les *cellules anales*. Il est d'abord ventral, mais, à la suite du mouvement de torsion, il se trouve bientôt transporté en avant et à droite.

Immédiatement après l'orifice buccal qui est linéaire se produit un renflement œsophagien qui est l'origine du *bulbe pharyngien*. En arrière de celui-ci vient l'*œsophage* (fig. 12, *6*) constitué aussi par l'ectoderme du stomodeum et qui, après un trajet relativement long

se termine dans une portion dilatée du tube digestif, correspondant à la cavité intestinale primitive et tapissée par l'endoderme. Cette cavité est l'*estomac* de la larve (fig. 12, *10*). Tout près de lui sont les deux cellules nutritives qui dérivent des anciens macromères. Ces éléments ont maintenant perdu l'aspect de cellules. Ils ont l'aspect de deux sacs, l'un plus grand et l'autre plus petit, adossés l'un à l'autre et situés dans le fond de la coquille. Ce sont ces sacs qui, revêtus ensuite de cellules endodermiques sont destinés à donner le *foie* (fig. 12, *11*). A l'estomac fait suite l'*intestin*, dont la première partie est endodermique et formée par une sorte d'allongement de l'intestin primitif; le rectum est de formation ectodermique (proctodeum). A ce stade tout le tube digestif est entièrement revêtu de petites cellules cylindriques pourvues de courts cils vibratiles en mouvement continuel. On voit à l'intérieur de l'estomac de nombreuses sphères vitellines se mouvant continuellement en spirale sous l'action des cils vibratiles de l'œsophage.

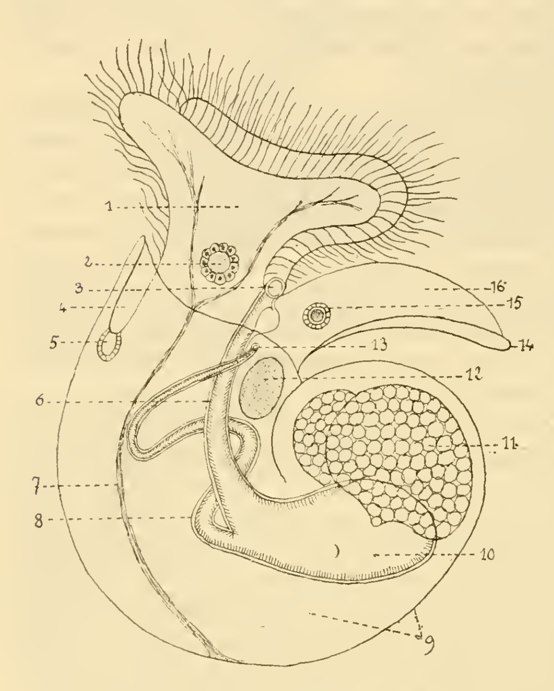


Fig. 12. — Larve véligère de Tectibranche : 1, voile ; 2, rein primitif ; 3, bouche ; 4, cavité palléale ; 5, rudiment du cœur ; 6, œsophage ; 7, muscle rétracteur du voile ; 8, intestin ; 9, coquille ; 10, estomac larvaire ; 11, rudiments du foie ; 12, rein définitif ; 13, anus ; 14, opercule ; 15, otocyste ; 16, pied (Orig.).

Pendant ce temps le voile qui a continué à se développer se divise plus ou moins profondément en deux lobes égaux (fig. 12, *1*). Des muscles se développent sous l'endoderme et des fibres réunissent le tube digestif aux parois du corps, laissant entre elles de vastes espaces que l'on peut considérer comme l'ébauche d'un système

circulatoire lacunaire. Un puissant muscle apparaît en outre, partant de la région postérieure du corps jusqu'à la base du voile (fig. 12, *7*) où il se ramifie après avoir envoyé des branches au pied. C'est le *muscle rétracteur*. Il permet à la larve de se retirer tout entière dans la coquille que vient obturer l'*opercule* sécrété par l'épithélium du pied (fig. 12, *14*).

L'apparition du *système nerveux* a lieu très tard, peu de temps avant que la larve ne s'échappe du cocon. Supérieurement et latéralement à l'œsophage se forment deux monticules pairs de petites cellules à gros noyau, qui dérivent par prolifération de l'ectoderme du voile. Contemporainement, au-dessous de l'œsophage et latéralement aux otocystes, se forment deux autres amas de petites cellules à gros noyau, provenant par prolifération de l'ectoderme du pied. Les deux premiers amas constituent l'origine des *ganglions cérébroïdes*, les seconds l'origine des *ganglions pédieux* et *pleuraux*. Les ganglions viscéraux apparaissent sans doute plus tard.

A ce stade les larves ont un rapide mouvement giratoire et sont très près de devenir libres. Finalement le cordon se détruit, les cocons se rompent et les larves sont libres. Elles nagent rapidement en se servant pour cela du voile et du pied.

Celui-ci, trop petit encore, ne sert pas encore à ramper. Les larves libres sont privées d'yeux.

Les larves d'Aplysie une fois libres se tiennent ordinairement sur le fond des vases ; il est très difficile de les trouver à la superficie. On ne réussit pas à les trouver vivantes plus de deux ou trois jours, durant lesquels elles ne subissent aucune modification nouvelle. Lorsqu'on leur donne des spores d'*Ulva lactuca* et des Diatomées elles les absorbent et on peut les retrouver dans leur estomac, mais elles meurent néanmoins. En outre les larves d'Aplysie ne sont pas pélagiques et ne se retrouvent pas dans les pêches au filet fin. C'est là un grand obstacle dans l'étude du développement des Opistobranches. L'étude du développement s'arrête donc au stade libre de la larve et n'est plus connue jusqu'au moment où l'animal a déjà l'aspect général de l'adulte.

Ce développement post-larvaire, que l'on peut suivre sur de jeunes Aplysies de 1mm5 de longueur et poursuivre jusque chez l'adulte, est caractérisé surtout par le développement régressif de la coquille. Celui-ci est déterminé par deux faits : 1° agrandissement de l'ouverture de la coquille par rapport au tortillon qui ne peut plus loger la masse génitale ; 2° diminution graduelle de la coquille par rapport à la taille de l'animal. En même temps le manteau se replie

tout autour de la coquille et la couvre peu à peu. Enfin, la formation des parapodies par extension des bords latéraux du pied vient donner à l'animal sa forme définitive.

Chapitre II

APLYSIENS

Type morphologique. — Ce sera encore l'*Aplysia depilans* que nous venons de prendre comme type morphologique des Tectibranches ; nous n'avons donc plus à y revenir.

Genres. — Nous diviserons les Aplysiens en trois sous-familles : les Acéridés, les Aplysidés et les Notarchidés.

Les Acéridés caractérisés par une commissure viscérale longue et tordue (fig. 13) comprennent le seul genre *Acera* que tous les auteurs rangent parmi les Bulléens. Nous indiquerons plus loin les raisons pour lesquelles nous avons cru devoir le transporter parmi les Aplysiens.

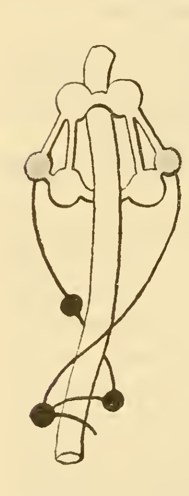


Fig. 13. — Système nerveux de *Acera* (Schéma).

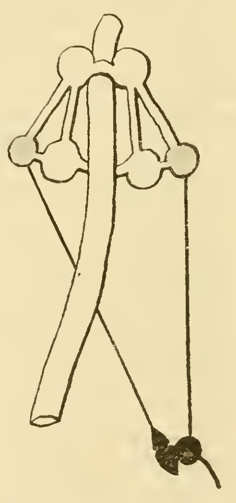


Fig. 14. — Système nerveux des Aplysidés (Schéma).

Acera O. F. Müller (pl. II, A) possède un bouclier céphalique qui se continue avec le manteau ; une coquille mince et globuleuse, trop petite pour contenir l'animal ; des parapodies très développées qui lui permettent de nager ; un appendice palléal postérieur ; douze à quatorze plaques stomacales. Une seule espèce *Acera bullata* Müller (Océan Atlantique et Méditerranée).

Les deux autres sous-familles ont un système nerveux franchement euthyneure.

Les Aplysidés sont caractérisés par la grande longueur de la commissure viscérale (fig. 14). Ils comprennent les genres suivants :

Aplysia Linné, qui nous a servi de type morphologique (pl. II, B). *Aplysia depilans* (côtes de France).

Dolabella Lamarke (pl. II, C) possède une coquille épaisse, des tentacules antérieurs plissés et auriformes ; des parapodies peu développées ; le corps renflé en arrière et tronqué. *Dolabella Rumphii* (île Maurice).

Dolabrifer Gray n'a pas le corps tronqué postérieurement. *Dolabrifer Cuvieri* (îles Philippines).

Les Notarchidés sont caractérisés par la grande brièveté de la commissure viscérale (fig. 15). Ils renferment les genres suivants :

Aplysiella P. Fischer (pl. II, D) où les parapodies fusionnées en partie sur la ligne médiane, cachent une coquille libre. *Aplysiella petalifera* (Méditerranée).

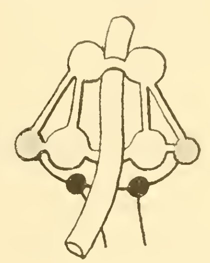


Fig. 15. — Système nerveux des Notarchidés et de Gymnosomes (Schéma).

Notarchus Cuvier (pl. II, E), où les parapodies entièrement soudées sur la ligne dorsale du corps, forment autour de la masse viscérale un sac contractile ouvert en avant (fig. 16) et dont les contractions chassant l'eau en avant permettent à l'animal de nager à la façon d'un Céphalopode ; la coquille est petite et renfermée dans le manteau. *Notarchus punctatus* (Méditerranée).

Phyllaplysia P. Fischer ne possède pas de coquille et a des parapodies peu développées. *Phyllaphysia Lafonti* (Arcachon).

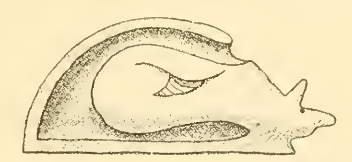


Fig. 16. — *Notarchus punctatus*, coupe longitudinale, d'après Pelseneer.

A côté de la famille des Notarchidés nous plaçons celle des Ptéropodes gymnosomes que Pelseneer considère comme des Aplysiens modifiés par la vie pélagique. Le temps nous manque malheureusement pour donner à ces Ptéropodes les développements qui conviendraient. Ce sont des animaux nus, sans manteau, ni coquille ; la tête est distincte et les parapodies sont transformées en nageoires fixées sur les côtés du cou. Parmi les principaux genres nons citerons : *Dexiobranchæa* Boas, *Clionopsis* Troschel, *Notobranchæa* Pelseneer, *Clione* Pallas, *Halopsyche* Bronn.

Chapitre III

BULLÉENS

Type morphologique.— Puisque le type morphologique que nous avons choisi nous a permis du même coup d'étudier le type des Aplysiens, nous devons maintenant, pour connaître la seconde famille, choisir un type morphologique parmi les Bulléens. Comme pour les Aplysiens, nous choisirons un type qui ne soit pas différencié à l'extrême par la vie pélagique et nous prendrons une forme rampante, la Philine, qui a de plus l'avantage de n'être pas très connue. En effet, il y a peu de temps, M. H. de Lacaze-Duthiers (**34**, p. 402) écrivait ce qui suit en parlant de ce curieux Gastéropode : « Cette espèce est l'une de celles qui ont le plus attiré l'attention des malacologistes ; aussi une foule de renseignements sont-ils donnés sur elle et cependant son histoire dogmatique, méthodiquement faite, manque encore. » C'est cette monographie que j'ai le plaisir de fournir aujourd'hui à mon ancien Maître et je suis heureux d'avoir pu répondre aussi vite à son désir. Cette monographie est encore bien incomplète et je devrai la condenser pour ne pas répéter ce que je vous ai déjà dit précédemment à propos du genre *Aplysia* et pour ne pas abuser de votre indulgente attention. Je ferai du moins mon possible pour ne vous parler que de choses vues, de faits personnels ou contrôlés par de nombreuses observations. Pour le reste je m'en tiendrai à ce qu'en a dit Vayssière (**58**) dans son excellent travail sur l'anatomie des Bulléens.

Philine aperta (Linné 1867).

Cette espèce est toute indiquée pour servir de type dans le groupe des Bulléens par suite de la netteté presque schématique des divisions du corps.

Extérieur. — Elle est, en effet, divisée en quatre parties : une antérieure, le *disque céphalique* (fig. 17, *1*) ; une postérieure, le *manteau* (fig. 17, *5*) et deux latérales, les *parapodies* (fig. 17, *2*). Si nous examinons l'animal par la face ventrale (fig. 20), nous observons en avant une large sole pédieuse qui se continue latéralement avec les parodies et qui occupe les deux tiers antérieurs de cette face ventrale. En arrière, on observe la face inférieure du manteau que nous avons vu tout à l'heure par sa face dorsale, et qui présente

du côté droit un profond sillon qui est la *fente palléale postérieure.*

Si nous examinons l'animal par sa face antérieure (fig. 18), nous observons une sorte de gouttière limitée en haut par le disque céphalique et en bas par le pied ; au milieu s'ouvre un orifice, la *bouche.* En ce point la gouttière est légèrement rétrécie et les bords antérieurs du disque céphalique et du pied sont légèrement divisés perpendiculairement à la bouche, de sorte que celle-ci semble entourée de quatre lobes au milieu de chacun desquels on observe un point jaunâtre de nature encore indéterminée.

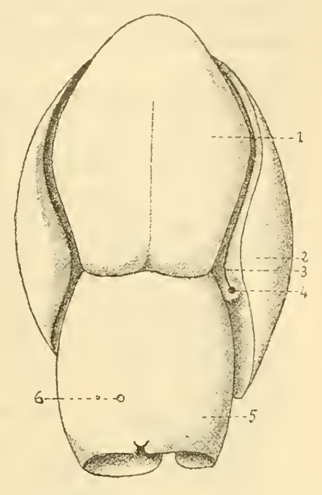


Fig. 17. — Philine vue par la face dorsale. 1, disque céphalique; 2, parapodie; 3, gouttière génitale ; 4, orifice génital commun ; 5, manteau ; 6, orifice de la cavité coquillière (Orig.).

Des commissures de la bouche partent deux traînées jaunâtres qui ne tardent pas à s'élargir pour prendre une forme en raquette en même temps qu'elles se plissent transversalement (fig. 18, *3*) ; ce sont les *organes de Hancock* qui seront étudiés avec les organes des sens.

Au-dessous de l'organe de Hancock droit, nous observons un orifice par où peut se dévaginer le *pénis* (fig. 18, *5*). De là part vers l'arrière une étroite mais profonde gouttière, la *gouttière génitale* (fig. 17, *3*) qui longe le bord ventral du sillon céphalo-pédieux droit et aboutit à une éminence située à l'entrée du sillon palléo-pédieux et dont le sommet est percé d'un orifice : l'*orifice génital* (fig. 17, *4*). Le sillon palléo-pédieux s'élargit alors considérablement pour constituer *l'orifice palléal antérieur* et passe à la face ventrale pour se terminer dans la chambre palléale.

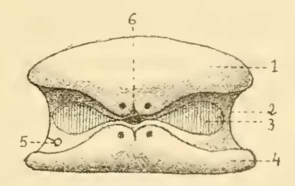


Fig. 18. — Extrémité antérieure de Philine. 1, disque céphalique; 2, sillon céphalo-pédieux ; 3, organe de Hancock ; 4, sole pédieuse ; 5, orifice par où se dévagine le pénis ; 6, bouche (Orig.).

Le sillon gauche ne présente rien d'intéressant et se prolonge aussi en arrière au-dessous du manteau, pour venir se perdre vers l'entrée de la cavité palléale.

Un léger sillon longitudinal marqué sur le milieu du disque céphalique (fig. 17) serait, d'après certains auteurs, le résultat de la fusion des tentacules qui se seraient inclinés en arrière et soudés de manière à constituer le bouclier céphalique, qui va permettre à l'animal de s'enfoncer dans le sable, en protégeant les organes sensoriels.

Dans l'épaisseur de la paroi du manteau se trouve une coquille interne (fig. 19) très fragile, mais plus calcifiée cependant que celle de l'Aplysie. La cavité coquillière qui la renferme n'est cependant pas close, comme il semble au premier abord, mais elle communique avec le dehors par un étroit canal s'ouvrant sur la face dorsale un peu à gauche et en arrière (fig. 17, *6*). Pour le reconnaître aisément il suffit de détacher un fragment de la partie du manteau qui recouvre la coquille et d'examiner à la loupe par transparence : l'orifice forme une tache d'un blanc opaque. Ou bien on y projette un peu de bleu de Prusse en poudre, on lave et l'on voit généralement quelques grains qui sont restés dans l'orifice et le rendent apparent. PELSENEER (**46**), qui a découvert le premier cet orifice coquillier, a eu du reste l'occasion d'observer un exemplaire de Philine présentant au milieu de la face dorsale un orifice laissant voir une partie de la coquille, comme chez l'Aplysie. Depuis, il m'est arrivé, à plusieurs reprises, d'observer de semblables faits tératologiques. Cet orifice n'est pas dû à une déchirure artificielle, car sur les bords l'épithélium dorsal se continue parfaitement avec celui de la glande coquillière.



Fig. 19. — Coquille de *Philine aperta* vue par la face interne (Orig.).

Si nous retournons maintenant l'animal et que nous écartions les lèvres de l'orifice palléal postérieur, nous avons sous les yeux le contenu de la *cavité palléale* (fig. 20). En avant, nous observons l'*orifice génital* (fig. 20, *3*) que nous avons déjà indiqué précédemment. Puis vient la *branchie* (fig. 20, *5*) sous forme d'une languette triangulaire fixée par l'un de ses bords au plafond de la cavité palléale. Rabattons-là à gauche de façon à voir sa face ventrale ; au niveau de son point d'attache supérieur existe une tache jaunâtre qui est l'*osphradion* (fig. 20, *4*), (voir organes des sens) ; au-dessous de son point d'attache inférieur se trouve un orifice en forme de boutonnière qui est l'*orifice rénal* (fig. 20, *6*). Immédiatement au-dessous de la branchie nous apercevons le *rectum* qui

se prolonge légèrement dans la cavité palléale, de sorte que l'*anus* est libre (fig. 20, 7).

La face postérieure du manteau présente la forme d'un infundibulum au fond duquel s'observe une petite *fossette glandulaire*, qui se présente sous la forme d'une tache circulaire opaque avec dépression centrale.

A signaler enfin des traînées glandulaires qui courent d'une part le long du bord périphérique du pied et des parapodies, et d'autre part sur tout le bord antérieur (dorsal et ventral) du manteau.

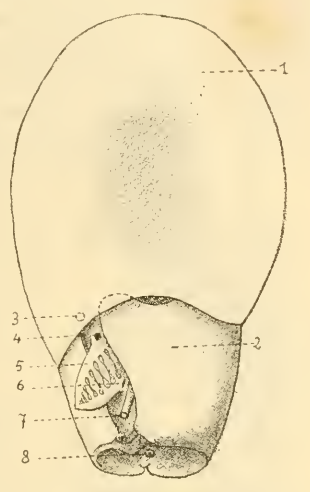


Fig. 20. — Philine vue par la face ventrale. 1, sole pédieuse; 2, face inférieure du manteau; 3, orifice génital supposé vu par transparence; 4, osphradion; 5, branchie; 6, pore rénal; 7, anus; 8, fossette glandulaire (Orig.).

Cavités. — Lorsque l'on ouvre la Philine par la face dorsale et suivant la ligne médiane, on se trouve quelque peu arrêté en arrière du disque céphalique par un épaississement musculaire (pl. III). Celui-ci donne naissance à une membrane transversale de même nature jouant le rôle de *diaphragme* et divisant la cavité générale de l'animal en deux régions. Dans la cavité antérieure on ne trouve que le commencement du tube digestif (bulbe, œsophage, gésier), l'organe copulateur et les centres nerveux. Dans la cavité postérieure nous observons: l'intestin avec le foie et la glande hermaphrodite, formant un tout compact, le reste des organes génitaux, le péricarde et le cœur et enfin la glande de Bojanus située dans le plancher de la cavité coquillière. Cette division intérieure du corps en deux cavités correspond du reste exactement à celle de la face dorsale de l'animal : la cavité antérieure est sous-jacente au disque céphalique et la cavité postérieure est complètement recouverte par le manteau.

Dorsalement le diaphragme s'insère à la limite du disque céphalique et du manteau suivant une ligne d'insertion sensiblement semi-circulaire, mais ventralement son insertion se fait suivant les deux côtés d'un triangle ; le diaphragme est donc en réalité triangulaire. Vers le sommet inférieur se trouve un orifice livrant passage à l'intestin et aux nerfs viscéraux ; c'est aussi par cette ouver-

ture que l'aorte antérieure pénètre dans la première cavité du corps.

Nous ne nous occuperons pas ici des muscles qui offrent un intérêt secondaire, mais nous les décrirons à propos de chacun des organes sur lesquels ils s'insèrent.

Tube digestif. — A la *bouche* (pl. III, 10) fait suite le *bulbe* (pl. III, 11). De coloration blanc jaunâtre, il est très musculaire surtout latéralement et inférieurement au niveau du sac radulaire. Il est rattaché à la paroi du corps par un certain nombre de bandes musculaires, destinées à le mouvoir dans tous les sens. Sur la face dorsale deux petits muscles vont s'insérer latéralement au-dessus de la bouche ; entre eux et le bulbe passe la commissure cérébrale. Sur la face ventrale partent deux autres petits muscles qui vont d'autre part s'insérer latéralement et au-dessous de la bouche. Ces deux paires musculaires ont pour but de projeter la partie antérieure du bulbe au dehors comme un mufle et de permettre ainsi aux crochets de la radula de pouvoir venir déchirer les aliments. Sur les côtés du bulbe prennent naissance deux longues bandes musculaires qui vont s'insérer sur la paroi du corps, latéralement et vers l'arrière de la cavité antérieure ; plus ventralement naissent deux autres muscles qui viennent latéralement s'insérer un peu plus haut que les précédents. Entre eux passent les connectifs viscéraux. Ces deux derniers ponts musculaires ont pour but de ramener le bulbe en arrière.

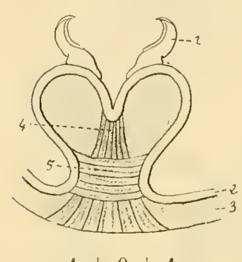


Fig. 21. — Bulbe radulaire de Philine. 1, dent de la radula; 2, épithélium buccal ; 3, tissu conjonctif ; 4, muscle rétracteur et 5, muscle tenseur de la radula (Orig.).

Si l'on ouvre ce bulbe buccal, on observe postérieurement et ventralement le *mamelon radulaire* (pl. III, 12). Examiné de champ, il présente en son milieu une profonde gouttière et, sur les côtés, deux saillies garnies chacune par une rangée longitudinale de dents (fig. 21, *1*). Ces dents sont plantées sur une membrane chitineuse mue par deux sortes de muscles. Chaque rangée longitudinale comprend 20 à 25 dents ; chaque dent est en forme de crochet dont le bord concave est très finement dentelé. La formule radulaire est donc 1 + 0 + 1.

Le fond de la gouttière radulaire est relié par des fibres musculaires radiées avec la face ventrale du bulbe (fig. 21, *4*). Quand ces

fibres se contractent la gouttière se creuse davantage et les dents se rapprochent par leurs extrémités. Un faisceau musculaire réunit également les faces latérales de la radula (fig. 21, 5) et en se contractant, il tend à faire disparaître la gouttière et à écarter les dents.

Une *glande salivaire* très courte, fusiforme (pl. III, 14), vient déboucher dans le bulbe au-dessus de la radula, de chaque côté de l'ouverture œsophagienne. C'est encore ici une sorte de sac conjonctif tapissé intérieurement des cellules glandaires qui déversent directement leur produit dans le canal central de la glande.

A la face postérieure et dorsale du bulbe commence l'*œsophage* (pl. III, 13). Ses parois musculaires sont assez épaisses et il ne

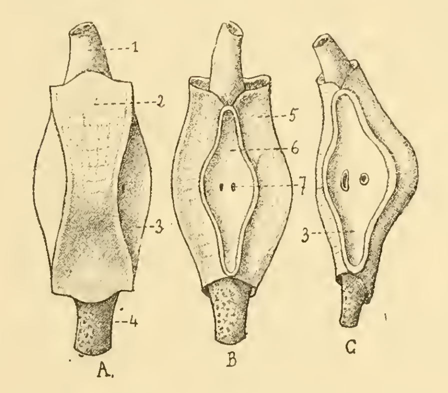


Fig. 22. — Gésier de Philine. A, face dorsale ; B, face ventrale ; C, face latérale (Orig.).

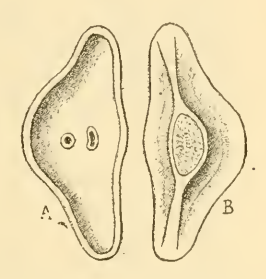


Fig. 23. — Plaque dorso-latérale du gésier de la Philine. A, face externe; B, face interne (Orig.).

tarde pas à se renfler en un *jabot* (pl. III, 15) ; celui-ci présente un certain nombre de replis longitudinaux. Ce jabot aboutit à la partie la plus volumineuse du tube digestif, le gésier ou estomac masticateur (pl. III, 16), qui occupe à lui seul la moitié de la cavité antérieure du corps.

Ce *gésier* (fig. 22) affecte la forme d'un prisme triangulaire dont chacune des faces est formée par une plaque calcaire (pl. III, 17) destinée à la trituration des aliments. Ces plaques sont reliées entre elles par d'épaisses bandes musculaires transverses, destinées à les mouvoir. On observe deux grandes plaques dorso-latérales, identiques (fig. 23) et une plaque ventrale plus petite (fig. 24). Chacune des grandes plaques présente la forme d'un triangle à angles arrondis ; la face externe est lisse et luisante comme l'émail d'une dent

et concave, elle présente en son milieu deux ouvertures qui livrent passage aux vaisseaux sanguins destinés à nourrir et accroître ces organes tant que l'animal n'a pas atteint son complet développement. Vue par la face interne cette dent présente la forme d'une pyramide tronquée ; la partie tronquée est fortement rugueuse et repose sur une couche chitinisée, c'est cette partie qui sert à la mastication. La petite plaque ventrale est en forme de losange à angles arrondis ; sa face externe est également concave, et les angles antérieur et postérieur sont relevés : la face interne est aussi fortement rugueuse. La face rugueuse de chacune des dents est absolument libre dans la cavité du gésier et sert à broyer les aliments. La muqueuse intestinale se replie à l'entour pour venir englober complètement la dent. Il en résulte que celle-ci se trouve comprise en réalité dans la cavité digestive alors qu'elle semble incluse dans la paroi de l'estomac.

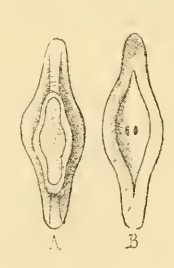


Fig. 24. — Petite plaque ventrale. A, face interne ; B, face externe (Orig.).

Grâce à cette puissante armature stomacale la Philine peut donc se nourrir d'animaux protégés par des coquilles assez résistantes ou contenant dans leurs tissus des spicules (Mollusques, Oursins, Zoanthaires, etc.). Les grains de sable avalés avec les aliments permettent une trituration parfaite des particules les plus résistantes.

Les extrémités des plaques calcaires du gésier faisant une assez forte saillie en haut et en bas il en résulte, à chacune des extrémités du gésier une dépression circulaire en forme d'infundibulum, où pénètre le jabot et d'où sort l'estomac.

L'*estomac* (pl. III, 18) est extrêmement court ; c'est un léger renflement situé immédiatement en arrière du gésier et qui ne se reconnait guère qu'à l'examen histologique. Son volume va en diminuant jusqu'à l'extrémité postérieure de la cavité antérieure où il traverse le diaphragme pour pénétrer dans la masse hépatique et devenir peu à peu l'intestin. L'estomac reçoit en arrière les canaux hépatiques.

L'*intestin* a des parois extrêmement délicates. Il est en grande partie noyé dans le *foie* (pl. III, 19), où il décrit un certain nombre de circonvolutions (pl. III, 20). Le rectum plus musculeux vient s'ouvrir sur le côté droit de l'animal dans la cavité palléale (pl. III, 8), comme nous l'avons déjà décrit.

Appareil circulatoire. — Le *cœur* composé d'une oreillette

(pl. III, 24) et d'un ventricule (pl. III, 21) est placé dans la cavité péricardique (pl. III, 25), où il peut exécuter tous ses mouvements de contraction et de dilatation, sans être gêné par les organes voisins. Les parois de l'oreillette sont très peu musculaires, tandis que celles du ventricule nous offrent au contraire des muscles très puissants.

Le sang venant de la branchie arrive donc dans l'oreillette du cœur, d'où il passe dans le ventricule qui se contracte violemment pour le lancer dans le réseau artériel. Il passe tout d'abord dans l'*aorte* qui se bifurque presque aussitôt en une *aorte antérieure* qui se rend aux organes de la cavité antérieure et au pied et en une *aorte postérieure* qui porte le sang aux viscères et aux téguments du manteau.

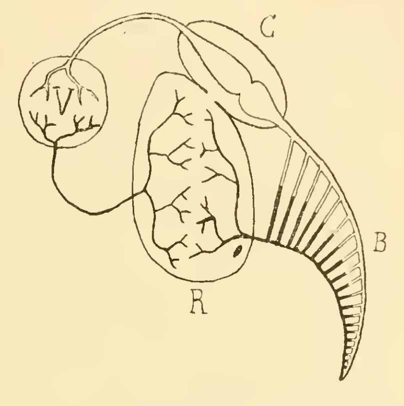


Fig. 25. — Schéma de l'appareil circulatoire de la Philine. B, branchie ; C, cœur ; V, sinus périviscéral ; R, rein (Orig.).

Le sang de la partie antérieure de l'animal revient à l'état veineux par une multitude de *lacunes* et par l'intermédiaire de l'orifice du diaphragme vient déboucher dans le grand *sinus périviscéral*. De là, il traverse le rein pour s'y débarrasser de l'acide urique dont il s'est chargé, après quoi une veine le ramène à la branchie où il va s'artérialiser.

L'appareil circulatoire de la Philine est donc beaucoup plus simple que celui de l'Aplysie et peut se ramener au schéma suivant (fig. 25).

Appareil respiratoire. — La *branchie* (pl. III, 6) est fixée au côté droit de l'animal, très en arrière dans la cavité branchiale. Elle présente la forme d'un losange et forme un grand nombre de plis venant former alternativement des saillies, des sortes de boursouflures sur les deux faces de l'organe. Ces replis ont simplement pour but d'augmenter la surface respiratoire.

Le tronc veineux afférent qui apporte à l'organe respiratoire le sang déjà dépuré dans le rein occupe le bord inférieur de la branchie. Le bord supérieur est occupé au contraire par le vaisseau efférent chargé de conduire au cœur le sang artérialisé dans la branchie.

Appareil excréteur. — Le *rein* (pl. III, 27) est placé sur la face dorsale du corps, en arrière et à gauche du péricarde et de la branchie. Il est recouvert par le manteau dans l'épaisseur duquel il se trouve compris en partie. Il baigne dans une véritable nappe sanguine lacunaire qui communique d'une part avec le sinus périviscéral, et d'autre part avec le vaisseau branchial afférent (fig. 23). L'épithélium qui le tapisse à l'intérieur forme un grand nombre de replis qui constituent les lamelles du rein. Les cellules rénales qui constituent cet épithélium sont plus ou moins polyédriques, et présentent à leur intérieur de grandes vacuoles renfermant des concrétions cristallines. La cavité rénale communique d'une part avec le péricarde par un orifice réno-péricardique (pl. III, 26), et d'autre part avec l'extérieur par l'orifice rénal situé immédiatement en arrière du point d'attache postérieur de la branchie (pl. III, 7).

Système nerveux central. — Les ganglions nerveux présentent une légère teinte orangée. On peut les réunir en deux groupes : un groupe céphalique et un groupe viscéral. Le groupe céphalique comprend une paire de ganglions cérébroïdes, une paire de ganglions pédieux, une paire de ganglions pleuraux et enfin un ganglion impair accolé au ganglion pleural droit.

Les *ganglions cérébroïdes* (pl. III, 28) volumineux et piriformes sont ici réunis entre eux par une longue commissure, contrairement à ce que nous avons observé chez l'Aplysie. De plus une fine commissure passe sous l'œsophage où elle accompagne la commissure pédieuse.

Les *ganglions pédieux* (pl. III, 32), volumineux et arrondis, sont également réunis par deux commissures sous-œsophagiennes : l'une volumineuse qui est la commissure pédieuse proprement dite ; l'autre plus grêle, mais plus longue, qui est la commissure parapédieuse.

Ganglions cérébroïdes et ganglions pédieux sont unis entre eux par un connectif et chacun d'eux est uni également par un connectif avec la troisième paire ganglionnaire.

Celle-ci est constituée par les *ganglions pleuraux*, moins volumineux que les précédents et situés latéralement dans l'angle formé par les deux paires ganglionnaires précédentes (pl. III, 33).

Du ganglion accolé au ganglion pleural droit et du ganglion pleural gauche, part la commissure viscérale qui se rend à l'arrière de la cavité céphalique, où elle se renfle en un certain nombre de ganglions au niveau de l'estomac. La branche droite de la commissure vient dorsalement à l'intestin se jeter dans un gros ganglion

piriforme qui donne naissance en particulier au nerf génital et qui est par conséquent le *ganglion viscéral* (pl. III, 37). En avant de lui se trouve un ganglion plus petit et arrondi d'où part la branche gauche de la commissure et qui représente le *ganglion sous-intestinal* (pl. III, 38). Effectivement il y a ici une véritable streptoneurie et tandis que la branche droite était dorsale par rapport à l'intestin, la branche gauche passe au-dessous du tube digestif pour aller se terminer dans le ganglion pleural gauche.

Mais chacune des branches de la commissure donne naissance à un nerf. Celui de droite (pl. III, 45), qui innerve l'osphradion (pl. III, 5), est le *nerf osphradial* ; or, si nous remontons vers son origine, nous voyons qu'il semble partir du ganglion accolé au ganglion pleural droit et qui devient ainsi le *ganglion sus-intestinal* qui sera remonté dans la région céphalique, le long de la branche droite (pl. III, 34). Il y a donc un commencement de condensation ganglionnaire. Le nerf osphradial tire réellement son origine du ganglion sus-intestinal et reste accolé un certain temps à la commissure. Il suffit de disséquer un certain nombre de Philines pour se rendre compte que ce nerf se détache de la commissure viscérale à des niveaux très différents ; de plus, ayant eu personnellement à disséquer de nombreux exemplaires de cette espèce, j'ai eu la chance de tomber un jour sur un cas tératologique où le nerf osphradial, au lieu de naître de la commissure, naissait directement du ganglion sus-intestinal, comme c'est du reste le cas normal chez un genre voisin, le *Doridium*, que j'ai eu l'occasion de disséquer également à l'Institut Zoologique de Berlin.

Voyons maintenant les principaux nerfs auxquels donne naissance chacun des ganglions.

Les ganglions cérébroïdes fournissent :

1° les *nerfs buccaux*, qui se continuent par le système nerveux sympathique dont nous parlerons plus loin ;

2° les *nerfs labiaux* (pl. III, 29) ;

3° les *nerfs tentaculaires* ; ces deux dernières paires se ramifiant dans l'organe de Hancock de la façon que nous étudierons plus loin ;

4° les *nerfs optiques* (pl. III, 30) ;

5° les *nerfs acoustiques*.

Les ganglions pédieux donnent une série de nerfs pour le pied et les parapodies : une de leurs branches innerve le pénis.

Les ganglions pleuraux ne fournissent pas de nerfs.

Le ganglion sus-intestinal donne naissance au *nerf osphradial*

qui, après être resté accolé un certain temps à la commissure, s'en détache pour venir se terminer dans le ganglion osphradial (pl. III, 46). Il fournit deux branches : l'une à la partie voisine du manteau, l'autre à la branchie.

Au point où la branche droite de la commissure se jette dans le ganglion viscéral on voit s'en détacher un nerf qui se renfle presque aussitôt en un petit ganglion (pl. III, 36), c'est un *ganglion génital accessoire* qui fournit l'innervation des organes génitaux. Par son extrémité postérieure, le ganglion viscéral donne un volumineux *nerf palléal postérieur* qui se divise bientôt en deux branches qui innervent le lobe postérieur du manteau et les viscères.

Enfin, le ganglion sous-intestinal donne naissance à un *nerf palléal* qui reste accolé un certain temps à la branche gauche de la commissure, puis s'en détache et traverse le diaphragme pour venir innerver la partie gauche du manteau (pl. III, 47).

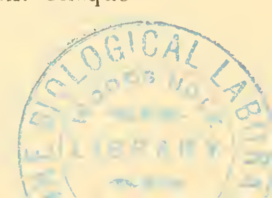
Système nerveux sympathique. — Des ganglions cérébroïdes partent deux connectifs qui contournent l'œsophage et viennent se jeter dans les ganglions buccaux (pl. III, 39), dans l'angle formé par le bulbe pharyngien et l'œsophage. Ces ganglions buccaux ou stomato-gastriques sont assez éloignés l'un de l'autre et réunis par une commissure. Chacun d'eux donne naissance à un nerf gastrique ; le droit (pl. III, 40) se porte vers la partie dorsale du jabot et le gauche vers la face ventrale. Après de nombreuses flexuosités, l'un et l'autre vont se terminer dans le cul-de-sac compris entre l'extrémité postérieure du jabot et le gésier ; là, ils se réunissent par des anastomoses et constituent un véritable anneau nerveux (pl. III, 41). De ce collier nerveux partent 3 paires de nerfs qui remontent jusqu'à l'extrémité antérieure de chaque dent ; en ce point les deux nerfs d'abord accolés se séparent pour redescendre le long des bords de chaque dent, à l'intersection de la dent et du muscle, en donnant de nombreux filets nerveux parallèles aux fibres musculaires qu'ils innervent. A l'extrémité postérieure de chaque dent, les deux nerfs se rapprochent à nouveau et remontent jusqu'au fond du cul-de-sac postérieur situé à la limite du gésier et de l'estomac, où ils se fusionnent par des anastomoses qui constituent un nouvel anneau nerveux (pl. III, 42). J'insiste sur ce fait que, contrairement aux descriptions et aux figures données par de Lacaze-Duthiers (**34**), les deux anneaux occupent non pas les bords supérieur et inférieur du gésier, mais le fond des culs-de-sac compris entre cet organe d'une part et l'œsophage et l'estomac d'autre part. Dans ces deux colliers, on trouve de place en place, surtout aux points d'union des nerfs,

de tout petits ganglions de renforcement dont la position n'offre toutefois rien de constant. De l'anneau nerveux postérieur partent de grêles filets nerveux qui se ramifient au niveau de l'estomac et que l'on peut suivre jusque sur l'intestin (pl. III, 43).

Nous signalerons enfin la présence d'un *nerf commissural* (pl. III, 44), figuré pour la première fois par de Lacaze-Duthiers (**34**, pl. XXVI, fig. 2, *au*) et qui se détache de la commissure palléo-viscérale, en arrière du nerf palléal droit pour venir se terminer d'autre part dans le plexus sympathique de l'estomac. Cette anastomose à laquelle de Lacaze-Duthiers n'attache vraisemblablement pas grande importance, puisqu'il ne la cite même pas dans le texte de son travail, nous semble du plus haut intérêt. On sait, en effet, que le système nerveux de tous les animaux est double : il comprend un système nerveux volontaire et un système nerveux sympathique involontaire. Le premier correspond chez les Vertébrés au système cérébro-spinal et chez les Mollusques Gastéropodes au système cérébro-pédio-viscéral. Chacun d'eux comprend une partie centrale (ganglions) et une partie périphérique (nerfs). Or, on sait depuis longtemps que la destruction du système nerveux volontaire n'entraîne nullement la suspension de fonction des organes innervés par le sympathique (contractions rythmiques du cœur, par exemple). On sait aussi que chez les Vertébrés supérieurs, les affections du sympathique peuvent avoir une répercussion sur le système nerveux cérébro-spinal et réciproquement (neurasthénie), dépendance qui est rendue possible par les nombreuses anastomoses entre les deux systèmes (rameaux communicants des Vertébrés). Il est donc intéressant de voir que chez les Mollusques aussi le système nerveux sympathique se trouve encore sous la dépendance du système nerveux volontaire.

Organes des sens. — Les **yeux** sont presque complètement atrophiés chez la Philine, et leur position est tout à fait interne. Les nerfs optiques sont en effet très courts et ne permettent pas aux yeux d'atteindre les téguments dorsaux. Ils sont libres par conséquent dans la cavité du corps, à une petite distance des ganglions cérébroïdes (pl. III, 1).

Les **otocystes** sont de petites vésicules enchâssées dans le névrilème des ganglions pédieux, sur le bord externe de ceux-ci. Leur paroi, assez épaisse, offre à l'intérieur un revêtement de cellules vitrabiles qui agitent continuellement les *otolithes*, corps calcaires ovoïdes, très petits et par suite toujours très nombreux. Chaque



otocyste est relié au ganglion cérébroïde correspondant par un nerf auditif très grêle qui vient s'insérer entre les connectifs cérébro-pédieux et cérébro-pleural.

D'après VAYSSIÈRE (**58**) les *organes olfactifs* décrits par HANCOCK, (**27**), n'existeraient pas chez la Philine. Nous avons cependant montré qu'il suffisait d'écarter de chaque côté de la bouche les sillons céphalo-pédieux pour apercevoir deux organes en forme de raquette, présentant une belle coloration jaune et qui sont les organes olfactifs ou *rhinophores* (fig. 26, X). Un examen plus attentif montre que ces organes sont striés verticalement constituant ainsi toute une série de lamelles.

HANCOCK qui décrivit le premier cet organe chez les Bulléens,

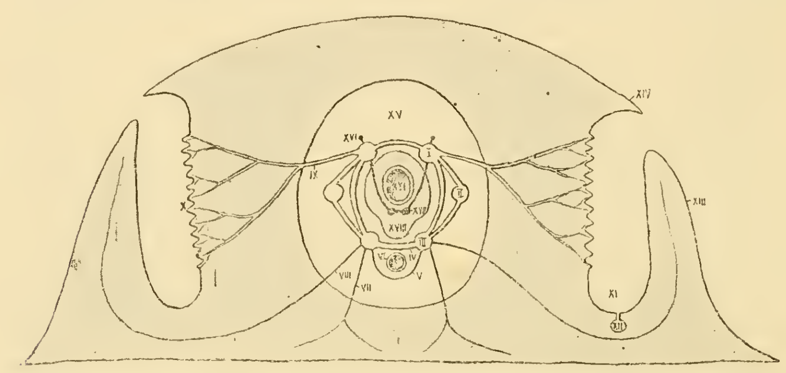


Fig. 26. — Coupe transversale de l'extrémité antérieure de la Philine. I, ganglion cérébroïde; II, ganglion palléal: III, ganglion pédieux; IV, commissure pédieuse; V, commissure parapédieuse; VI, aorte antérieure; VII, nerf pédieux; VIII, nerf parapodial; IX, nerf olfactif; X, organe de Hancock; XI, sillon céphalo-pédieux; XII, gouttière génitale; XIII, parapodie; XIV, bord latéral du disque céphalique; XV, cavité céphalique; XVI, œil (Orig.).

indique qu'il est innervé dans sa région antérieure par les branches du *nerf labial* et dans sa région postérieure par le *nerf olfactif*. Le fait étant exact, ces organes représentent quelque chose de plus que les rhinophores, d'où le nom de organes de Hancock que nous lui donnerons. Nerf labial et nerf olfactif se renflent en une série de ganglions de renforcement avant de se ramifier dans l'organe.

Si nous examinons minutieusement l'innervation de cet organe nous voyons qu'on peut le considérer comme formé de trois parties, une partie postérieure innervée par le nerf olfactif et une portion moyenne et antérieure innervée par le nerf labial. Mais celui-ci donne deux branches principales: l'une externe qui innerve la région sensorielle comprise entre la bouche et la région postérieure

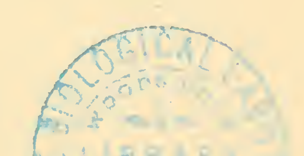
de l'organe et l'autre interne qui innerve l'orifice buccal. Ce sont ces différentes parties qui se sont différenciées dans des groupes voisins pour donner naissance à des organes distincts : l'organe du goût limité à l'orifice buccal ; l'organe du tact, limité aux tentacules labiaux et l'organe olfactif, limité aux rhinophores. L'organe de Hancock correspond donc morphologiquement à trois organes des sens : la portion antérieure à l'organe du goût; la portion moyenne à l'organe du tact et la portion postérieure à l'organe olfactif. C'est une véritable ligne latérale sensorielle, ce qui n'a pas lieu de nous étonner si l'on songe que nous avons affaire en somme à des Tectibranches primitifs qu'une adaptation régressive a fait différer des Prosobranches d'où ils dérivent.

La structure est identiquement la même dans les différentes parties de l'organe. Au milieu d'un épithélium cylindrique plus ou moins pigmenté on observe un certain nombre de cellules sensorielles fusiformes, qui se terminent, d'une part au niveau de la cuticule épithéliale et se continuent d'autre part avec les fibrilles nerveuses provenant des nerfs labial et olfactif.

Chez tous les Mollusques pourvus d'une cavité palléale il existe en avant de celle-ci un organe sensoriel, l'*osphradion* destiné sans doute à connaître la qualité de l'eau et à permettre l'occlusion réflexe de l'orifice palléal quand le milieu extérieur devient nuisible. Quand il existe deux branchies, il existe deux de ces organes, mais chez la Philine où il n'y a qu'une branchie nous n'en trouvons plus qu'un, comme chez l'Aplysie. Cet organe (pl. III, 5) se trouve du côté droit à l'insertion antérieure de la branchie et dans le prolongement même de l'organe de Hancock. On peut donc présumer que l'on pourra trouver des formes où l'organe de Hancock et l'osphradion pourront ne former qu'une seule ligne sensitive latérale. C'est cette ligne latérale qui en se différenciant aurait donné naissance à l'organe du goût, à l'organe du tact, à l'organe olfactif et à l'osphradion. La seule différence, c'est que chez l'Aplysie nous avons vu tout à l'heure que ces quatre organes sont distincts l'un de l'autre, tandis que chez la Philine les trois premiers sont fusionnés.

Sa structure histologique est la même que celle de l'organe de Hancock.

Chez tous les Mollusques il est innervé par le ganglion sus-intestinal, il nous suffira donc de suivre le nerf osphradial, et le ganglion où il prend naissance devra forcément être considéré comme étant le ganglion sus-intestinal (pl. III, 34).



Appareil reproducteur. — La *glande hermaphrodite* forme une masse assez compacte, située à la partie postérieure du foie (pl. III, 48). Le follicule donne naissance à des ovules et à des spermatozoïdes, ceux-ci se développant les premiers. On verra donc, en général, des ovules peu développés à la périphérie, et au centre des faisceaux de spermatozoïdes.

Tous les conduits excréteurs viennent déboucher dans deux canaux plus volumineux qui se fusionnent finalement pour constituer le *canal efférent* (pl. III, 49). Il a tout d'abord un calibre assez fort et des parois épaisses, mais après plusieurs circonvolutions il se rétrécit subitement, décrit de nombreuses sinuosités et se dilate à nouveau. Cette dernière portion reçoit vers son milieu un organe réniforme brun-clair, la *vésicule copulatrice* (pl. III, 50). Le canal aboutit à l'*ampoule vaginale* (pl. III, 53) où débouchent également : la volumineuse *glande de la glaire* (pl. III, 52) ; la *glande de l'albumine* (pl. III, 51), d'aspect laiteux et remplie de granulations; la *vésicule de Swammerdam* (pl. III, 54), allongée, brune avec une tache rouge brique à son sommet; son conduit excréteur est large et court. Le *vagin*, court et renflé (pl. III, 53), s'ouvre à l'extérieur, au niveau de l'orifice palléal antérieur (pl. III, 4).

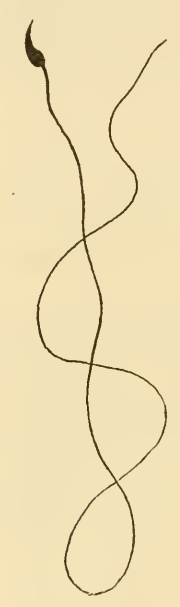


Fig. 27. — Spermatozoïde de Philine (Orig.).

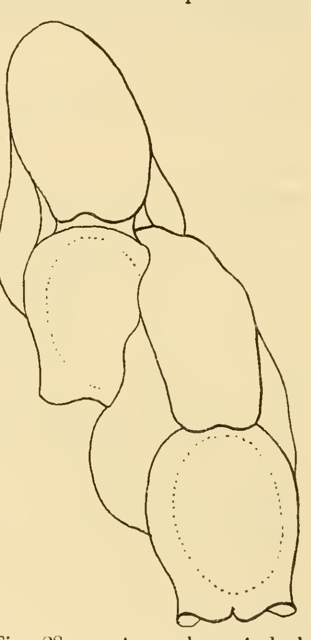


Fig. 28. — Accouplement de la Philine, grandeur naturelle (Orig.).

Il se continue par une *gouttière génitale* (pl. III, 3) ciliée qui longe le côté droit du corps pour venir se terminer au *pénis* (pl. III, 2).

Celui-ci se compose d'un sac piriforme (pl. III, 56) muni d'un petit cœcum. En arrière viennent déboucher deux tubes jaunes à

reflets nacrés : l'un très long (pl. III, 55), forme de nombreux replis dans la cavité antérieure du corps ; l'autre très court, se termine par un renflement qui adhère à une des sinuosités du tube précédent. Le sac est la *gaine du pénis* et les tubes constituent la *prostate*.

Cette prostate est un tube à paroi très musculaire tapissée par une couche de glandes unicellulaires qui déversent leur contenu dans le canal médian de l'organe. Le plus court semble être un tube prostatique atrophié. Le *pénis* situé dans la gaine a la forme d'un marteau à deux pointes dont la plus longue et la plus effilée est terminée par l'orifice mâle. A l'état de repos cette pointe est contenue dans le petit cœcum.

Développement. — L'accouplement de la Philine est analogue à celui de l'Aplysie (fig. 28). La ponte (fig. 29) se présente sous forme d'une masse gélatineuse ovoïde qui s'effile en un mince pédoncule qui se colle à un petit caillou, souvent même à un simple grain de sable. A l'intérieur se trouve un filament en spirale formé de cocons ovigères réunis bout à bout. Chaque cocon renferme un œuf (fig. 30).

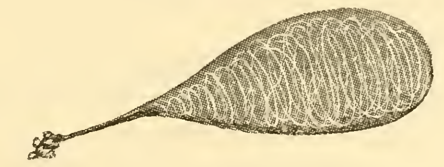


Fig. 29. — Ponte de Philine, grandeur naturelle (Orig.).

L'œuf donne naissance à une *gastrula par épibolie*, comme chez l'Aplysie, mais on observe quatre macromères moins différents. Le blastopore devient aussi la bouche. Le développement larvaire est à peu près le même et aboutit à la même larve véligère. Nous publierons prochainement un travail très étendu sur le développement de la Philine, depuis les premiers stades de la segmentation jusqu'à la larve véligère libre, mais nous devons avouer dès maintenant que, pas plus que les auteurs antérieurs, nous n'avons pu étudier le développement post-larvaire.

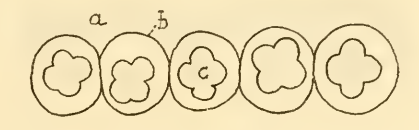


Fig. 30. — Portion grossie du ruban nidamentaire : *a*, masse gélatineuse ; *b*, coque ; *c*, embryon (Orig.).

Genres. — Les principaux genres de la famille des Bulléens sont les suivants :

Actæon Montfort (pl. IV, A). — Coquille externe, enroulée, épaisse,

conique, à tours assez nombreux. Disque céphalique bifide en arrière. Pied muni d'un opercule ; parapodies peu développées, légérement réfléchies sur la coquille. Radula multisériée, sans dent médiane, conduit génital diaule. (Le plus ancien des Opisthobranches, existe depuis le Carbonifère). *A. tornatilis* (Linné), côtes de France (Océan Atlantique et Méditerranée).

Ringicula Deshayes.— Disque céphalique formant en arrière une sorte de siphon. Coquille externe à spire saillante ; pas d'opercule. Radula paucisériée. *R. auriculata* Ménard (Océan Atlantique et Méditerranée).

Tornatina Adams. — Bords du pied non saillants ; pas de radula ; coquille externe sans spire saillante, ni opercule. Disque céphalique divisé en arrière en deux lobes tentaculiformes. Gésier armé de trois plaques cornées tuberculeuses. *T. obtusa* Montagu (Océan Atlantique).

Scaphander Montfort (pl. IV, B). — Coquille externe sans spire saillante ; pied très musculeux formant latéralement deux parapodies très charnues. Radula trisériée (1+1+1). Gésier armé de trois plaques calcaires dont une plus petite. *S. lignarius* (Linné) (Océan Atlantique et Méditerranée).

Bulla Klein (pl. IV, D). — Coquille externe solide, globuleuse. Parapodies bien développées. Bouclier céphalique séparé de la nuque. Radula (3 + 1 + 3). Gésier armé de trois grosses plaques cornées en avant et dans l'intervalle desquelles se trouvent trois paires de petites lames cornées. *Bulla striata* Bruguière (Océan Atlantique et Méditerranée).

Aplustrum Schumacher. — Coquille en grande partie externe, ornée de lignes coloriées héliçoïdales ; spire saillante. Disque céphalique très large avec quatre tentacules. *A. aplustre* (Linné), (île Bourbon).

Philine Ascanius (pl. IV, C). — Coquille mince entièrement recouverte par le manteau. Parapodies très charnues. Même aspect que *Scaphander* sans coquille. Radula = n + 1 + 0 + 1 + n. Gésier armé de trois plaques calcaires. *P. aperta* (Linné), (Océan Atlantique et Méditerranée).

Doridium Meckel (pl. IV, E). —Philine sans mâchoires, ni radules. Manteau bilobé en arrière, le lobe gauche prolongé par un filament ; parapodies relevées sur le dos, peu développées. Pas de plaques stomacales, *D. carnosum* Cuvier (Méditerranée).

Gastropteron Kosse (pl. IV. F). — Coquille très réduite ; parapodies étendues latéralement en forme de nageoires. Animal pélagique. *G. Meckeli* Kosse (Méditerranée).

Pelta Quatrefages. — Bouclier céphalique et téguments dorsaux continus ; coquille nulle ; quatre plaques stomacales. *P. coronata* Quatrefages (Océan Atlantique et Méditerranée).

Lobiger Krohn. — Parapodies divisées de chaque côté du corps en deux nageoires, deux paires de tentacules. *L. Philippii* Krohn (Méditerranée).

Nous devrions ajouter à cette liste tous les genres de Ptéropodes thécosomes. Tous sont caractérisés par leur pied entièrement transformé en deux nageoires antérieures symétriques, par l'existence d'un manteau et d'une cavité palléale, par l'absence d'yeux et de branchies (sauf pour quelques *Cavolinia*) et par les centres nerveux situés latéralement et verticalement par rapport à l'œsophage ; il existe une coquille externe. Tous sont pélagiques. Principaux genres : *Limacina* Cuvier, *Cymbulia* Péron et Lesueur, *Cavolinia* Abildgaard, *Clio* Browne.

DEUXIÈME PARTIE

CLASSIFICATION ET PHYLOGÉNIE

Affinités entre les Bulléens et les Aplysiens. — Nous venons d'étudier un type pris dans chaque famille, mais il ne faudrait pas croire que tous les autres types que nous aurions pu prendre soient tous aussi différents entre eux. Nous avons choisi à dessein des types assez éloignés pour bien montrer les caractères généraux de chaque famille. Mais à la limite des deux groupes il existe des termes de passage et parmi eux je dois vous dire deux mots d'un petit animal très intéressant : *Acera bullata*. Lorsqu'on se promène à mer basse sur les bords de l'océan et que par une belle journée de printemps on remonte un des ruisseaux qui serpentent dans les prairies de

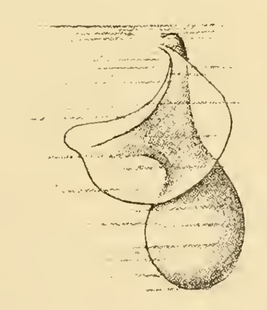


Fig. 31. — *Acera bullata* volant à la surface de l'eau, grandeur naturelle (Orig.).

Zostères, il n'est pas rare d'assister à un spectacle fort curieux. Au fur et à mesure que les rayons du soleil viennent échauffer le fond du ruisseau, on voit surgir du sable de gracieux petits animaux qui prennent aussitôt leur envolée vers la surface de l'eau (fig. 31). Ils descendent, remontent, vont de droite et de gauche, frappant joyeusement l'eau de leurs ailes flexibles qui ondulent à la façon de la tunique d'une Loïe Fuller en miniature. Vous resterez émerveillé à la vue de cette danse serpentine d'un nouveau genre. Si vous récoltez un de ces animaux et que vous l'examiniez (pl. II, A), vous verrez qu'il ressemble beaucoup à une Bulle, avec cette exception que le cou est plus allongé et que le disque céphalique se continue directement avec le manteau qui se termine lui-même postérieurement par un long flagellum. La coquille a la même forme que celle de la Bulle, mais elle est d'apparence cornée et présente la même fragilité que celle de l'Aplysie. Les parapodies sont extrêmement développées et, comme cela arrive chez quelques Aplysiens, permettent à l'animal de nager (fig. 31). A l'état de repos elles se croisent sur le dos de l'animal protégeant ainsi la masse viscérale (fig. 32). Les yeux sont tout à fait superficiels, comme chez *Aplysia*, et quand on irrite l'animal il émet un liquide blanc laiteux sécrété par le bord inférieur droit du manteau.

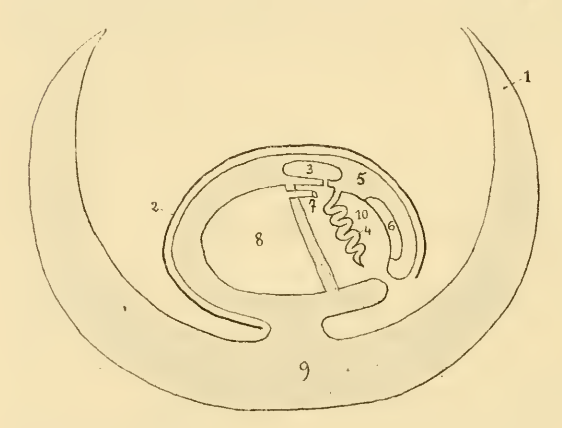


Fig. 32. — Coupe transversale de la moitié postérieure du corps de *Acera*. 1, parapodie ; 2, coquille ; 3, rein ; 4, branchie ; 5, manteau ; 6, glande palléale ; 7, anus ; 8, masse viscérale ; 9, pied ; 10, cavité palléale (Orig.).

Mais si nous examinons maintenant l'organisation interne de l'*Acera*, nous pouvons constater encore de plus grandes ressemblances avec les Aplysiens.

A l'intérieur du bulbe et placées latéralement se trouvent deux mâchoires chitineuses constituant à l'entrée de la bouche un anneau incomplet. La radula (fig. 33) se compose de 20 à 25 rangées de dents répondant chacune à la formule $40 + 1 + 40$. L'œsophage se continue

par un volumineux jabot, accompagné sur toute sa longueur par deux glandes salivaires rubannées. Le gésier (fig. 34) de forme arrondie et très musculaire présente une quinzaine de dents cornées absolument identiques à celles d'*Aplysia*. Il est tout à fait regrettable que nous manquions de renseignements sur la présence possible d'un cœcum hépatique. L'intestin très contourné va se terminer en arrière de la branchie. L'*Acera bullata* est du reste complètement herbivore et nous ne devons donc pas nous étonner si son tube digestif est semblable à celui de l'Aplysie.

La branchie est identique à celle de ce dernier genre et est disposée transversalement ainsi que le cœur. Le ventricule se continue par une crête aortique incluse dans le péricarde et d'où partent les mêmes artères que chez l'Aplysie.

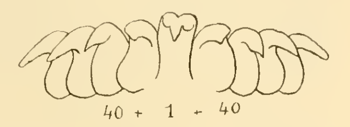


Fig. 33. — Portion médiane d'une rangée transversale de la radula de *Acera bulleta* (Orig.).

Les ganglions cérébroïdes sont accolés ainsi que les ganglions pédieux et pleuraux, il y a donc épipodoneurie (fig. 13) comme chez *Aplysia*. Les ganglions pédieux ont aussi une commissure parapédieuse passant sous l'aorte. La disposition des ganglions viscéraux diffère seule, ceux-ci étant séparés les uns des autres. Ceci semble provenir de ce fait que *Acera* est une forme plus ancienne que *Aplysia*; en effet la commissure viscérale est ici nettement tordue et le manteau étant peu développé il n'y a rien d'étonnant à ce que les ganglions qui l'innervent aient conservé toute leur individualité.

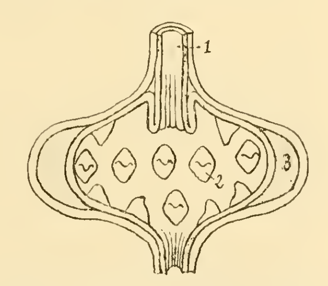


Fig. 34. — Gésier de *Acera* : 1, œsophage ; 2, dent ; 3, muscles (Orig.).

Si nous avions eu le temps d'étudier le système nerveux de chacun des Tectibranches, nous aurions pu constater que le système nerveux de *Acera* est à peu près intermédiaire entre celui de *Doridium* et celui de *Aplysia*. L'innervation montre qu'il existe un organe de Hancock, mais l'extrémité postérieure forme un repli du tégument céphalique, rudiment des tentacules. Il existe un osphradion à la place normale.

Enfin l'appareil génital le rapproche encore des Aplysiens. On observe en effet une masse génitale annexe, une glande nidamentaire formatrice des cocons ovigères, une glande de la glaire de nouvelle

formation, une poche copulatrice et un pénis possédant un simple rudiment de prostate.

Enfin l'embryon se développe comme celui de l'Aplysie, en ne donnant que deux gros macromères au lieu des quatre que l'on observe chez les Bulléens.

De cette anatomie rapide on peut conclure que *Acera* se rapproche beaucoup plus des Aplysiens que des Bulléens. Nous l'avons donc placé parmi les Aplysiens, mais en tête de la famille, pour bien indiquer que c'est une forme de passage avec les Bulléens, d'où les Aplysiens sont dérivés par adaptation à un nouveau genre de vie, caractérisé surtout par une nourriture herbacée.

Dès lors *Acera* herbivore ne se présente plus à nous comme une exception parmi les Bulléens carnivores.

Les Bulléens doivent donc être considérés comme des formes rampantes et fouisseuses vivant sur le bord de la mer à la surface du sable ou de la vase où ils peuvent s'enfoncer et se nourrissant des animaux qu'ils rencontrent sur leur passage et en particulier d'animaux vivant dans des coquilles, d'où la puissance de leur armature stomacale.

Les Aplysiens, au contraire, sont des formes rampantes, mais vivant au grand jour dans les vastes prairies de Zostères ou d'Algues aux dépens desquelles ils se nourrissent, d'où la structure particulière de leur radula et les modificatious que subit leur armature stomacale disposée cette fois pour déchirer et non plus pour broyer.

Relation des Tectibranches avec les Nudibranches. — Ce sont les Pleurobranchéens qui nous serviront de passage. L'idée d'affinités entre les Pleurobranchéens et les Nudibranches fut exprimée pour la première fois par SOULEYET (**56**) dans la phrase suivante : « Les Pleurobranches, que Cuvier place dans cet ordre (Tectibranches) se rapprochent davantage des Inférobranches et Nudibranches ». Or les Inférobranches de CUVIER (Pleurophyllidiidae et Phyllidiidae) étant des Nudibranches, la phrase de SOULEYET doit donc se lire : « . . . . se rapprochent davantage des Nudibranches ». Plus tard H. de LACAZE-DUTHIERS (**33**), se basant sur le système nerveux, range également les Pleurobranches avec les Nudibranches dans le groupe des *Notoneurés*, c'est-à-dire des Gastéropodes dont les centres nerveux céphaliques sont situés dorsalement par rapport au tube digestif (fig.35). Il est étonnant que cette classification n'ait pas été acceptée car si tous les auteurs continuent à ranger les Pleurobranchéens parmi les Tectibranches, la plupart conviennent qu'ils se rapprochent beaucoup plus des Nudibranches.

C'est ce qui m'a décidé à rompre avec la tradition et à ranger aussi les Pleurobranchéens parmi les Nudibranches (**25**) et cela parce qu'ils offrent les caractères communs suivants : système nerveux notoneuré, énormité des cellules ganglionnaires, pas de commissure parapédieuse, absence d'osphradion, otocystes appliqués contre les ganglions cérébroïdes ; coquille et cavité coquillière nulles ou peu développées ; spicules dans les téguments ; part importante des téguments dorsaux dans la respiration ; glandes génitales à acini mâles et femelles séparés; orifices mâle et femelle réunis; ponte en ruban enroulé.

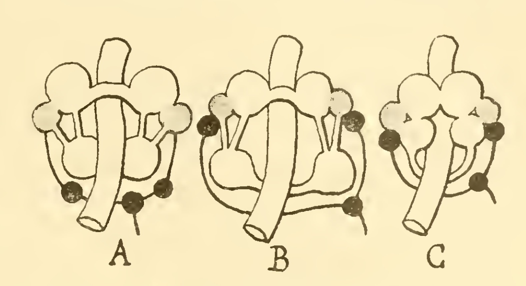


Fig. 35. — Système nerveux des Nudibranches : A, *Tylodina*; B, *Pleurobranchea*; C, *Pleurobranchus* et Dermatobranches.

Ce qui n'empêche que pour être plus éloignés des Tectibranches que des Nudibranches, les Pleurobranchéens n'en sont pas moins dérivés des Tectibranches. Leurs affinités sont surtout pour les Bulléens et le genre *Tylodina* semble être la forme ancestrale, car c'est le seul qui possède encore un certain nombre de caractères le rattachant aux Bulléens.

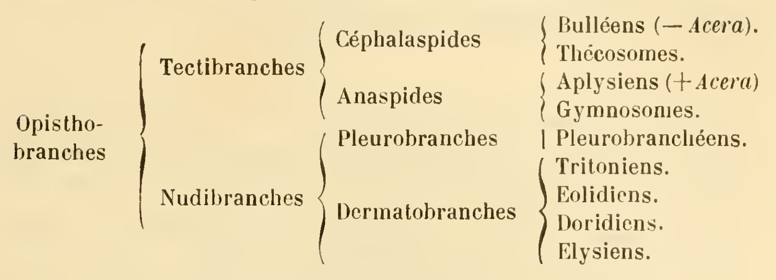
Relation des Tectibranches avec les Prosobranches. — Considérons maintenant l'ensemble des Tectibranches et tâchons de savoir d'où ils dérivent. Il nous suffit de nous reporter aux importants travaux de Bouvier (**9** et **11**) sur *Acteon*. C'est en effet le plus archaïque non seulement des Tectibranches, mais semble-t-il, de tous les Opisthobranches. C'est presque un Streptoneure, notamment par la commissure viscérale croisée, la prosobranchiabilité et le pénis non invaginable.

Les auteurs peuvent varier quant au groupe d'où l'Actéon dérive ; ce seront les Pyramidellidae pour Bouvier, les Trochidae pour Pelseneer, mais il semble du moins, que par l'intermédiaire d'*Acteon* les Euthyneures dérivent des Streptoneures. Il suffit du reste d'étudier les principaux genres appartenant au groupe des Tectibranches pour être bien convaincu que ce sont là des formes qui ont été soumises à la même torsion que les Streptoneures et qu'ils en diffèrent simplement parce qu'ils ont subi une détorsion en sens

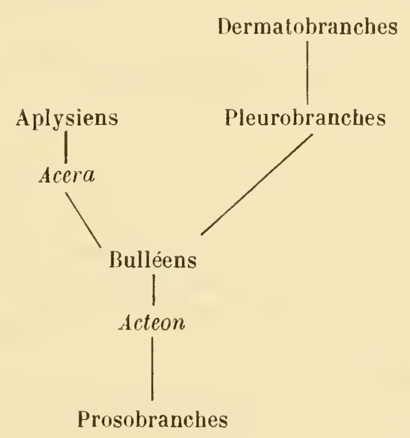
contraire. Boutan (8) a prétendu récemment qu'il n'y avait pas eu torsion, puis détorsion, mais simplement déviation larvaire. La torsion se produirait quand le trop grand développement de la coquille empêche l'étalement du pied; dans ces conditions la coquille pivote entraînant avec elle l'anus et la cavité palléale sur la face opposée au pied. Quant à la déviation larvaire, elle se produirait quand la coquille, sans être trop développée, est cependant suffisamment rapprochée du pied pour gêner le fonctionnement de l'anus; la déviation a alors pour effet de déplacer l'anus et le complexus palléal sur le côté, sans que la coquille soit affectée comme précédemment dans sa position. Ici, je ne suis plus d'accord avec l'auteur qui a eu peut-être le tort de vouloir appuyer sa théorie uniquement sur des faits embryogéniques. Or, l'embryogénie des Opisthobranches est loin d'être bien connue tandis qu'il n'en est pas de même de l'anatomie de ce groupe et il suffit d'avoir disséqué un certain nombre de Tectibranches pour constater qu'il y a eu réellement torsion larvaire, car la trace en est encore visible dans la torsion des plus nettes de la première partie du tube digestif qui est absolument identique à ce que Amaudrut (1) a observé chez les Prosobranches, ainsi que dans la torsion de la commissure viscérale et du système sympathique. Quant à la détorsion, elle est encore plus nette et se lit pour ainsi dire d'elle-même dans la torsion de moins en moins accentuée au fur et à mesure que l'on s'adresse à des formes plus différenciées et plus spécialisées. Cette détorsion affecte non seulement la commissure viscérale, mais encore l'ouverture palléale, l'anus, la branchie et l'oreillette, qui tous se déplacent d'avant en arrière pour venir reprendre finalement la place morphologique qu'ils occupaient chez les Mollusques primitifs.

Nous sommes donc en présence de trois théories. La première défendue par von Ihering (28 et 29) et complètement abandonnée aujourd'hui, donne aux Gastéropodes une double origine, les uns (Streptoneures) dérivant de formes voisines des Annélides et les autres (Euthyneures) de formes voisines des Turbellariés. La seconde, à laquelle se rattachent aujourd'hui presque tous les Malacologistes, fait dériver par détorsion les Euthyneures des Streptoneures. Enfin la troisième que vient de formuler Boutan (8) considère les Streptoneures et les Euthyneures comme dérivés séparément de la forme symétrique commune aux Mollusques : les premiers à la suite de la torsion larvaire, les seconds à la suite de la déviation larvaire. Telles sont les théories actuelles sur la phylogénie des Mollusques; l'avenir nous dira quels auteurs ont raison.

Classification et phylogénie des Opisthobranches. — La classification naturelle des Opisthobranches doit se résumer ainsi :



Quand à la phylogénie nous la résumerons brièvement dans le tableau suivant :



Je ne veux pas terminer cette conférence sans adresser l'expression de ma reconnaissance à M. le Professeur F. E. Schulze, Directeur de l'Institut Zoologique de Berlin et à mon maître et ami M. le professeur R. Blanchard. C'est en effet dans leurs laboratoires que j'ai pu étudier le groupe des Tectibranches, si intéressant à tous égards, mais dont je n'ai pu malheureusement vous présenter que deux types. J'espère avoir prochainement l'occasion de vous parler des autres.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. M. A. Amaudrut. La partie antérieure du tube digestif et la torsion chez les Mollusques Gastéropodes. *Ann. Sc. nat. Zool.* (8), VII, p. 1, 1898.

2. De Blainville. Article Mollusques. *Dictionnaire des sciences naturelles,* XXXII, p. 271, 1824.

3. F. Blochmann, Beiträge zur kenntniss der Entwicklbng der Gastropoden. *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, XXXVIII, p. 392, 1883.

4. F. Blochmann. Die Drüsen in Mantelrand der Aplysien und verwandten Formen. *Zeitschr. wiss. Zool.*, XXXVIII, 1883.

5. F. Blochmann. Die im Golfe non Neapel vorkommenden Aplysien. *Mitth. Zool. St. Neapel*, V, p. 28, 1884.

6. Boas. Spolia atlantica, p. 179. *K. Danske Vidensk. Selsk. Skriv.*, (6), IV, avec résumé en français ; Copenhague, 1886.

7. Bohadsch. De quibusdam animalibus marinis eorumque proprieta · tibus. Dresdae, 1761.

8. L. Boutan. La cause principale de l'asymétrie des Mollusques Gastéropodes. *Arch. Zool. expérim.* (3), VII, p. 203, 1899.

9. E. Bouvier. Observations sur les Gastéropodes Opisthobranches de la famille des Actæonidés. *Bull. Soc. Philom. Paris* (8), V, p. 64, 1892.

10. E. Bouvier. Quelques observations anatomiques sur les Mollusques Gastéropodes. *C. R. Soc. Biol. Paris*, 7 déc. 1892.

11. E. Bouvier. Sur l'organisation des Actaeons. *C. R. Soc. Biol. Paris*, 7 janv. 1893.

12. E. Bouvier. Observations nouvelles sur les affinités des divers groupes de Gastéropodes. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 9 janv. 1893.

13. E. Bouvier. Sur la distorsion des Gastéropodes hermaphrodites. *C. R. sommaire Soc. Philom. Paris*, 14 janv. 1893.

14. L. Cuénot. Le sang et la glande lymphatique des Aplysies. *C. R. Acad. Sc. Paris*, CX, p. 724, 1890.

15. L. Cuénot. Etudes sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale (2ᵉ part. Invertébrés). *Arch. Zool. expérim.* (2), IX, 1891.

16. L. Cuénot. Les globules sanguins et les organes lymphoïdes des Invertébrés. *Arch. d'Anat. miscrosc.*, I, p. 153, 1897.

17. J.-T. Cunningham. Note on the structure and rapports of Kidney in *Aplysia*. *Mitth. Zool. Stat. Neapel*, IV, 1883.

18. Cuvier. Mémoire sur le genre *Aplysia*, vulgairement nommé Lièvre marin ; sur son anatomie et sur quelques-unes de ses espèces. *Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques,* 9ᵉ mémoire, 24 p. et 4 pl., Paris, 1817.

19. P. Fischer. Observations sur les Aplysiens. *Ann. Sc. nat.* (5), XIII, 1870.

20. P. GARNAULT. Recherches anatomiques et histologiques sur le *Cyclostoma elegans. Th. de Paris*, 1887.
21. J. GILCHRIST. Beiträge zur Kenntniss der Anordnung, Correlation und Funktion der Mantelorgane der Tectibranchiata. *Jen. Zeitsch. f. naturwiss.*, XXVIII, p. 408, 1894.
22. C. GROBBEN. Die Pericardialdrüse der Gastropoden. *Arbeit. Zool. Inst. Wien*, IX, 1890.
23. J. GUIART. Contribution à la phylogénie des Gastéropodes et en particulier des Opisthobranches, d'après les dispositions du système nerveux. *Bull. Soc. Zool. de France*, XXIV, p. 56, 1899.
24. J. GUIART. Les origines du système nerveux chez les Gastéropodes. *Bull. Soc. Zool. de France*, XXIV, p. 193, 1899.
25. J. GUIART. Nouvelle classification des Opisthobranches. *C. R. Soc. de Biologie*, Paris, LII, p. 425, 1900.
26. J. GUIART. Les centres nerveux viscéraux de l'Aplysie. *C. R. Soc. de Biologie*, Paris, LII, p. 426, 1900.
27. A. HANCOCK. Observations on the olfactory apparatus in the Bullidae. *Ann. and Mag. of nat. Hist.* (2), IX, p. 188, 1852.
28. VON IHERING. Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogénie der Mollusken. Leipzig, 1877.
29. VON IHERING. Giebt es Orthoneuren ? *Zeitsch. f. wiss, Zool.*, XLV, 1887.
30. VON IHERING. Sur les relations naturelles des Cochlides et des Ichnopodes. *Bull. sc. France et Belgique*, XXIII, 1891.
31. H. de LACAZE-DUTHIERS et G. PRUVOT. Sur un œil anal larvaire des Gastéropodes Opisthobranches. *C. R. Acad. des Sc.*, Paris, CV, p. 707, 1887.
32. H. de LACAZE-DUTHIERS. Système nerveux des Gastéropodes (type Aplysie). *C. R. Acad. Sc. Paris*, CV, p. 978, 1887.
33. H. de LACAZE-DUTHIERS. La classification des Gastéropodes, basée sur les dispositions du système nerveux. *C. R. Acad. Sc. Paris,* CVI, p. 716, 1888.
34. H. de LACAZE-DUTHIERS. Les ganglions dits palléaux et le stomatogastrique de quelques Gastéropodes. *Arch. Zool. exper.* (3), VI, p. 331, 1898.
35. E. R. LANKESTER, Contributions to the development history of the Mollusca. 12 pl. *Philos. Trans. Roy. Soc. London*, CLXV, p. 1, 1875.
36. LINNÉ. Systema naturae.
37. G. MAZZARELLI. Sur le prétendu œil anal des larves des Opisthobranches. *Atti della R. Accademia dei Lincei*, CCLXXXIX, p. 373, 1892.
38. G. MAZZARELLI. Monografia delle Aplysiidae del golfo di Napoli. *Memoria della Soc. Ital. delle Scienze* (3), IX, n° 4, Napoli, 1893.
39. G. MAZZARELLI. Ricerche intorno al cosi detto « apparato olfattorio » delle Bulle. *Ricerche Lab. Anat. Roma,* IV, p. 245, 1894.
40. G. MAZZARELLI. Intorno al rene secondario delle larve degli Opistobranchi. *Boll. della Soc. di Natur. in Napoli*, IX, p. 109, 1895.

41. G. Mazzarelli. Intorno al tubo digerente ed al « centro-stomato-gastrico » delle Aplisie. *Zool. Anz.* XXII, p. 201, 1899.
42. H.-A. Meyer und K. Möbius. Fauna der Kieler Bucht. 1° Die Hinterkiemer oder Opisthobranchia. Leipzig, 1865.
43. H. Milne-Edwards. Voyage en Sicile, pl. XXII et XXIII, 1845.
44. H. Milne-Edwards. Observations sur la circulation des Mollusques. *Ann. des Sc. nat.* (3), VIII, p. 59, 1847.
45. P. Pelseneer. Report on the Pteropoda collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-1876. *The voyage of the H. M. S. Challenger*, Zoology, XXIII, London, 1888.
46. P. Pelseneer. Recherches sur divers Opisthobranches. *Mém. couronnés Acad. Sc. de Belgique*, LIII, 1893.
47. S. Rang. Histoire naturelle des Aplysiens, Paris, 1828.
48. E. Robert. Sur la spermatogénèse chez les Aplysies. *C. R. Acad. Sc. Paris*, CVI, p. 422, 1888.
49. E. Robert. De l'hermaphroditisme de l'Aplysie. *C. R. Acad. Sc. Paris*, CVIII, p. 198, 1889.
50. E. Robert. Sur l'appareil reproducteur des Aplysies. *C. R. Acad. Sc. Paris*, CIX, p. 916, 1889.
51. E. Robert. Observations sur la reproduction des Aplysies. *Bull. scientif. de la France et de la Belgique*, XXII, p. 449, 1890.
52. R. Saint-Loup. Observations anatomiques sur les Aplysiens. *C. R. Acad. Sc. Paris*, CVII, p. 1.010, 1888.
53. R. Saint-Loup. Sur l'appareil reproducteur de l'Aplysie. *C. R. Acad. Sc. Paris*, CVIII, p. 364, 1889.
54. R. Saint-Loup. Observations sur les matières colorantes dans l'organisme de l'Aplysie. *C. R. Soc. de Biologie*, Paris, II, p. 116, 1890.
55. A. Souleyet. Zoologie du Voyage de la Bonite, II, p, 460, 1852.
56. A. Souleyet. Histoire naturelle des Molluques Ptéropodes. Paris, p. 30, 1852.
57. J.-W. Spengel. Die Geruchsorgan und das Nervensystem der Mollusken. *Zeitsch. f. wiss. Zool.*, XXXV, p. 358, 1881.
58. A. Vayssière. Recherches anatomiques sur les Mollusques de la famille des Bullidés. *Bibl. Ecole des Hautes Etudes, sc. nat.*, Paris, XX, 1880.
59. A. Vayssière. Recherches zoologiques et anatomiques sur les Mollusques Opisthobranches du Golfe de Marseille. 1re partie : Tectibranches. *Ann. Mus. Hist. nat. de Marseille*, II, 1885.
60. R. Zuccardi. Intorno all' anatomia dell' apparato digerente nelle Aplysiidae del Golfo di Napoli. *Boll. Soc. Nat. in Napoli*, IV, 1890.

TABLE DES MATIÈRES

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I.

Aplysia depilans (semi-schématique). — 1, tentacule labial ; 2, pénis ; 3, œil ; 4, rhinophore ; 5, gouttière génitale ; 6, orifice génital ; 7, osphradion ; 8, glande hypobranchiale ; 9, branchie ; 10, pore rénal ; 11, anus ; 12, siphon ; 13, parapodie ; 14, pied ; 15, bouche ; 16, mâchoire ; 17, bulbe ; 18, radula ; 19, œsophage ; 20, jabot ; 21, glande salivaire ; 22, gésier ; 23, estomac ; 24, chambre et orifices hépatiques ; 25, cœcum hépathique ; 26, foie ; 27, intestin ; 28, ventricule ; 29, glande péricardique ; 30, aorte céphalique ; 31, artère génitale ; 32, artère pédieuse ; 33, artère gastrique ; 34, aorte viscérale ; 35, sinus viscéral ; 36, veine porte rénale ; 37, veine réno-auriculaire ; 38, artère branchiale ; 39, lamelle branchiale ; 40, veine branchiale ; 41, oreillette ; 42, cavité péricardique ; 43, orifice réno-péricardique ; 44, rein ; 45, ganglion cérébroïde ; 46, nerf labial ; 47, nerf optique ; 48, nerf olfactif ; 49, ganglion pédieux ; 50, commissure parapédieuse ; 51, ganglion pleural , 52, commissure viscérale ; 53, ganglion sus-intestinal ; 54, ganglion viscéral ; 55, ganglion sous-intestinal ; 56, nerf osphradial ; 57, ganglion osphradial ; 58, glande hermaphrodite ; 59, canal efférent ; 60, masse génitale annexe ; 61, chambre de fécondation ; 62, glande contournée ; 63, glande nidamentaire ; 64, conduit ovo-déférent ; 65, vagin ; 66, vésicule de Swammerdam ; 67, poche copulatrice ; 68, glande de l'albumine.

Planche II.

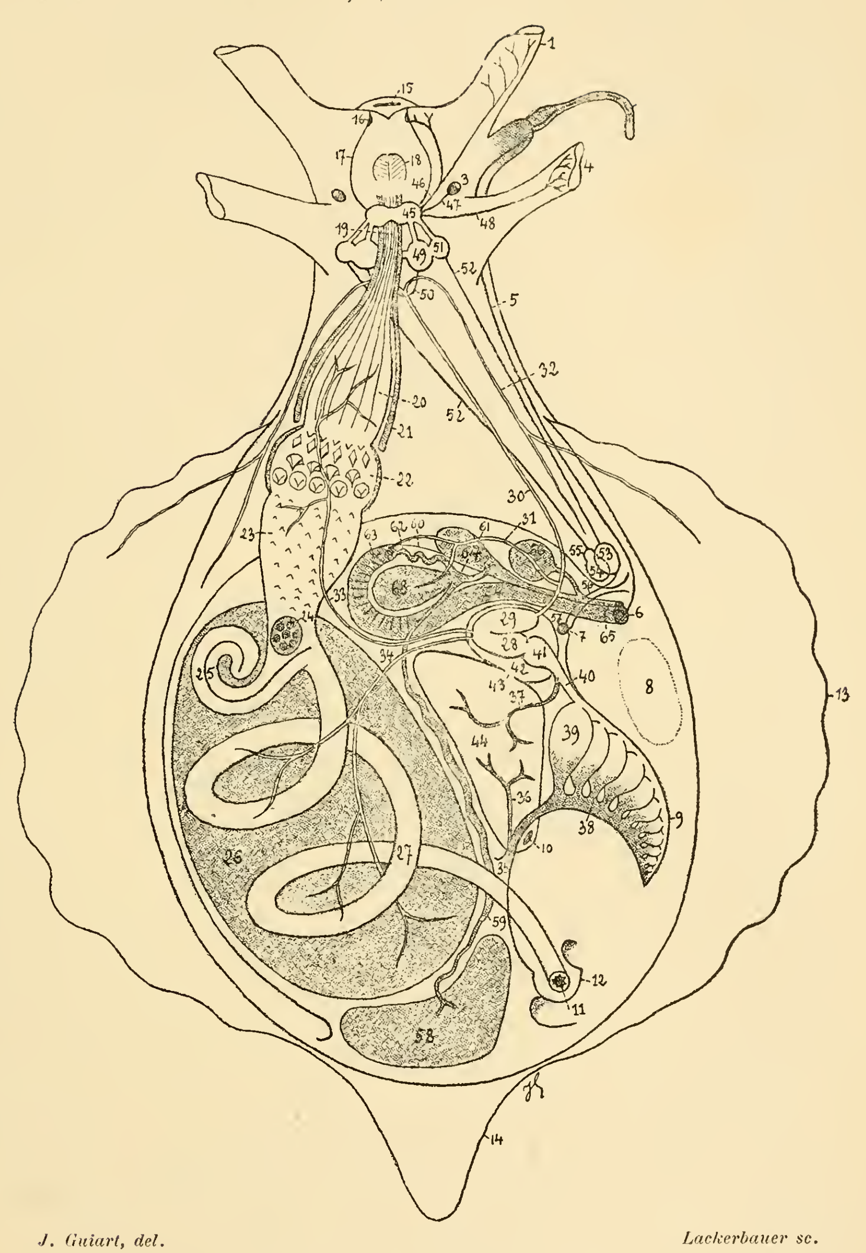
A, *Acera* ; B, *Aplysia depilans* : 1, tentacule labial ; 2, rhinophore ; 3, œil ; 4, gouttière génitale ; 5, paropodie ; 6, glande hypobranchiale ; 7, glande palléale ; 8, branchie ; 9, anus ; 10, siphon ; 11, pied ; 12, orifice du manteau laissant voir la coquille ; 13, manteau renfermant la coquille limitée par une ligne pointillée ; 14, orifice génital ; C, *Dolabella* ; D, *Aplysiella* ; E, *Notarchus*.

Planche III.

Philine aperta (semi-schématique). — 1, œil ; 2, orifice par où se dévagine le pénis ; 3, gouttière génitale ; 4, orifice génital ; 5, osphradion ; 6, branchie ; 7, pore rénal ; 8, anus ; 9, parapodie ; 10, bouche ; 11, bulbe ; 12, radula ; 13, œsophage ; 14, glande salivaire ; 15, jabot ; 16, gésier ; 17, plaque stomacale ; 18, estomac ; 19, foie ; 20, intestin ; 21, ventricule ; 22, artère branchiale ; 23, veine branchiale ; 24, oreillette ; 25, cavité péricardique ; 26, orifice réno-péricardique ; 27, rein ; 28, ganglion cérébroïde ; 29, nerf labial ; 30, nerf optique ; 31, nerf olfactif ; 32, ganglion pédieux ; 33, ganglion pleural ; 34, ganglion sus-intestinal ; 35, commissure viscérale ; 36, ganglion génital accessoire ; 37, ganglion viscéral ; 38, ganglion sous-intestinal ; 39, ganglion buccal ; 40, nerf stomato-gastrique ; 41, collier sympathique antérieur ; 42, collier sympathique postérieur ; 43, nerf sympathique viscéral ; 44, nerf commissural ; 45, nerf osphradial ; 46, ganglion osphradial ; 47, nerf palléal ; 48, glande hermaphrodite ; 49, canal efférent ; 50, vésicule copulatrice ; 51, glande de l'albumine ; 52, glande de la glaire ; 53, vagin ; 54, vésicule de Swammerdam ; 55, prostate ; 56, pénis.

Planche IV.

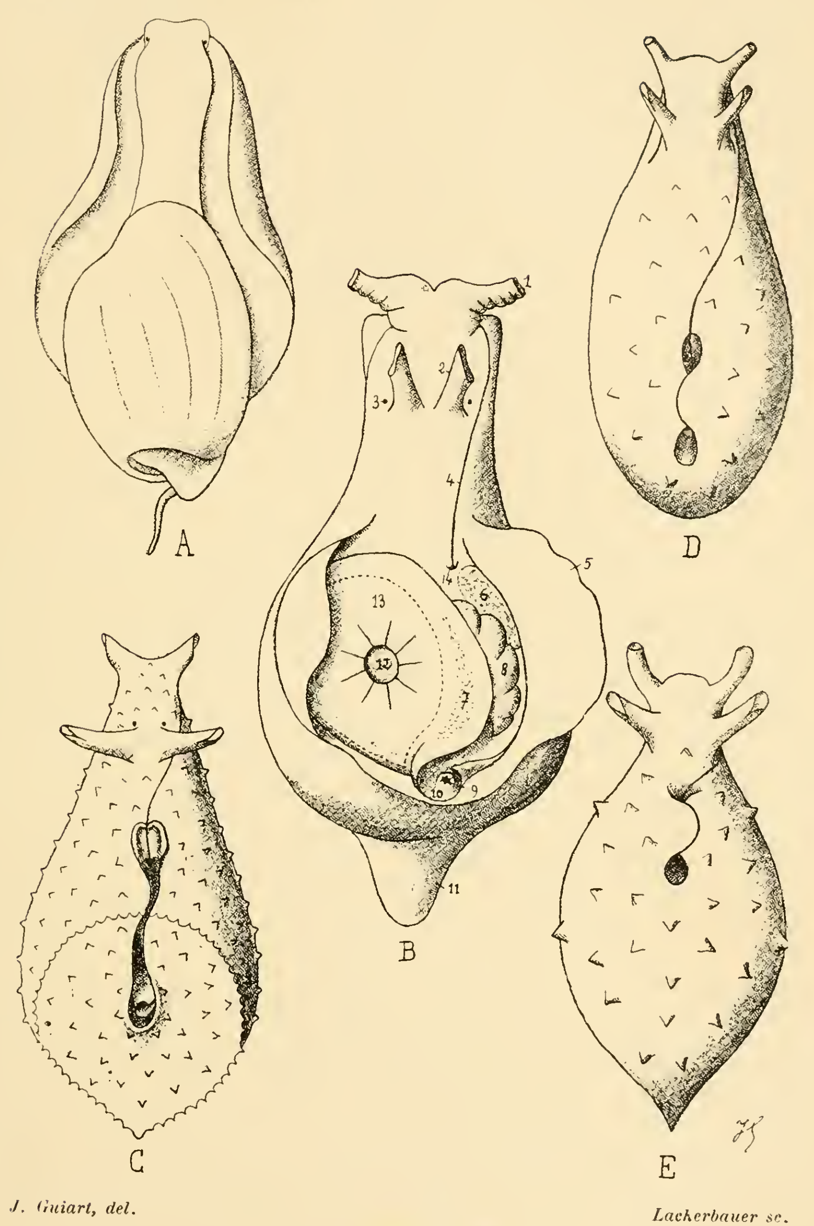
A, Actéon ; B, *Scaphander* ; C, Philine ; D, Bulle ; E, *Doridium* ; F, *Gastropteron*.



J. Guiart, del. Lackerbauer sc.

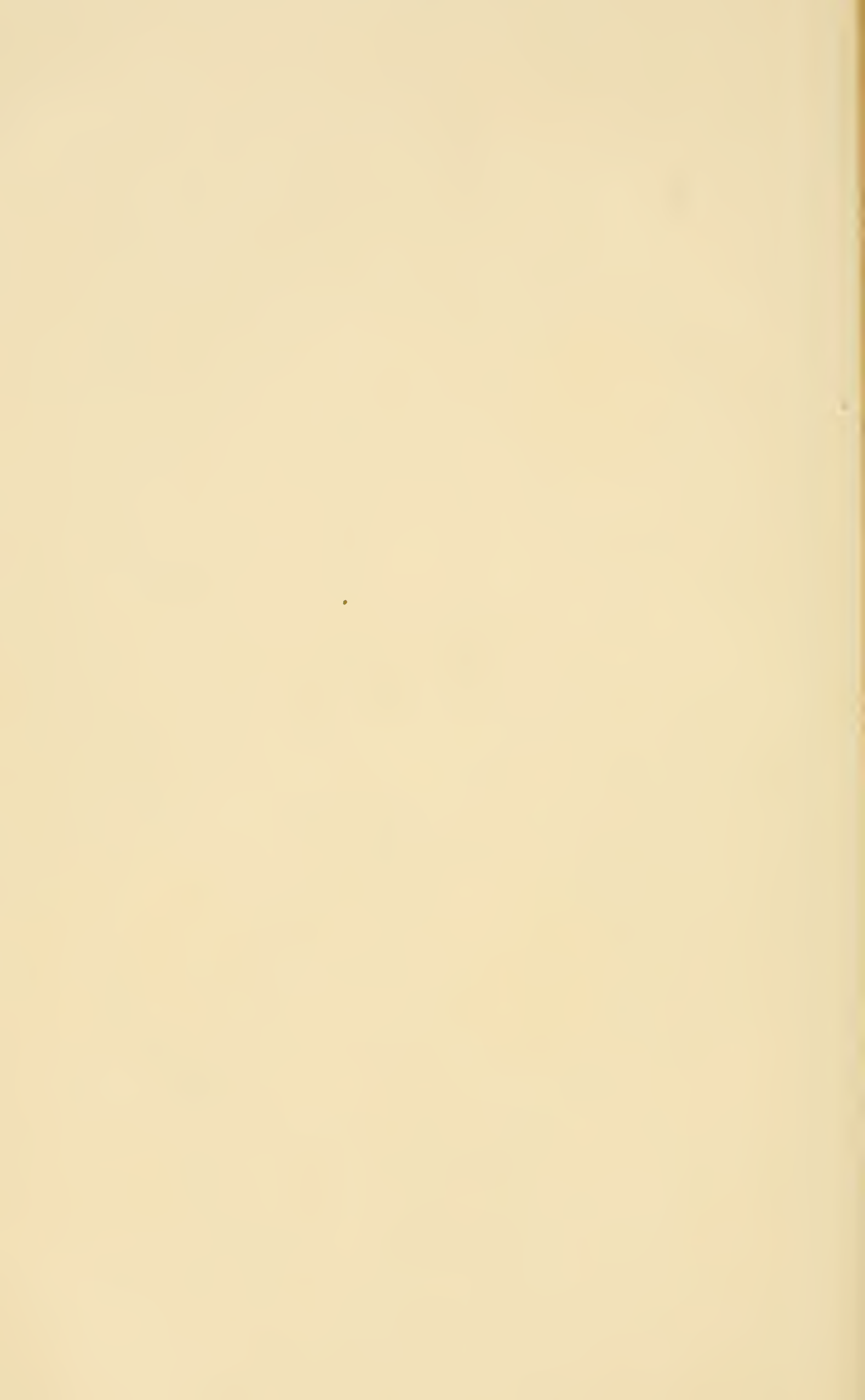
Aplysia depilans.

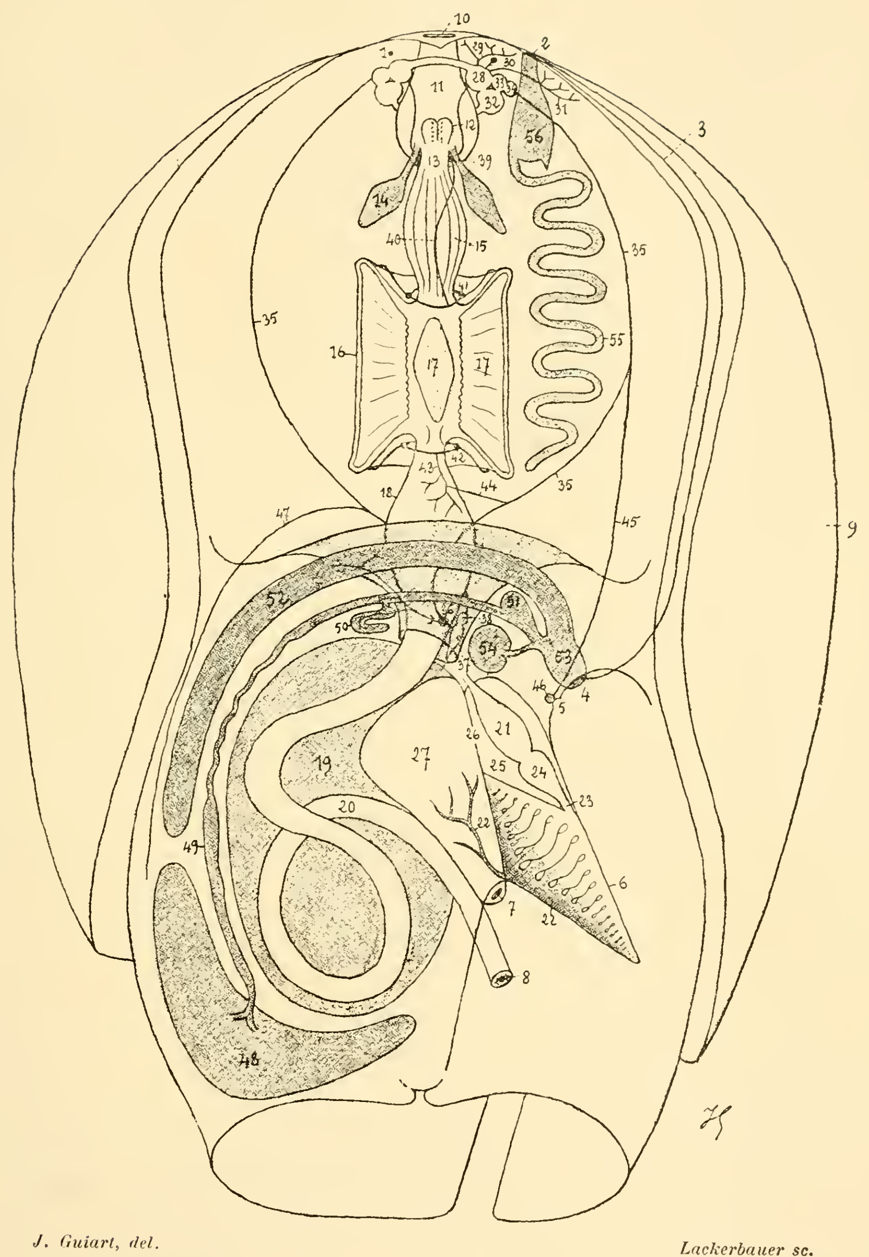




J. Guiart, del. *Lackerbauer sc.*

Aplysiens.

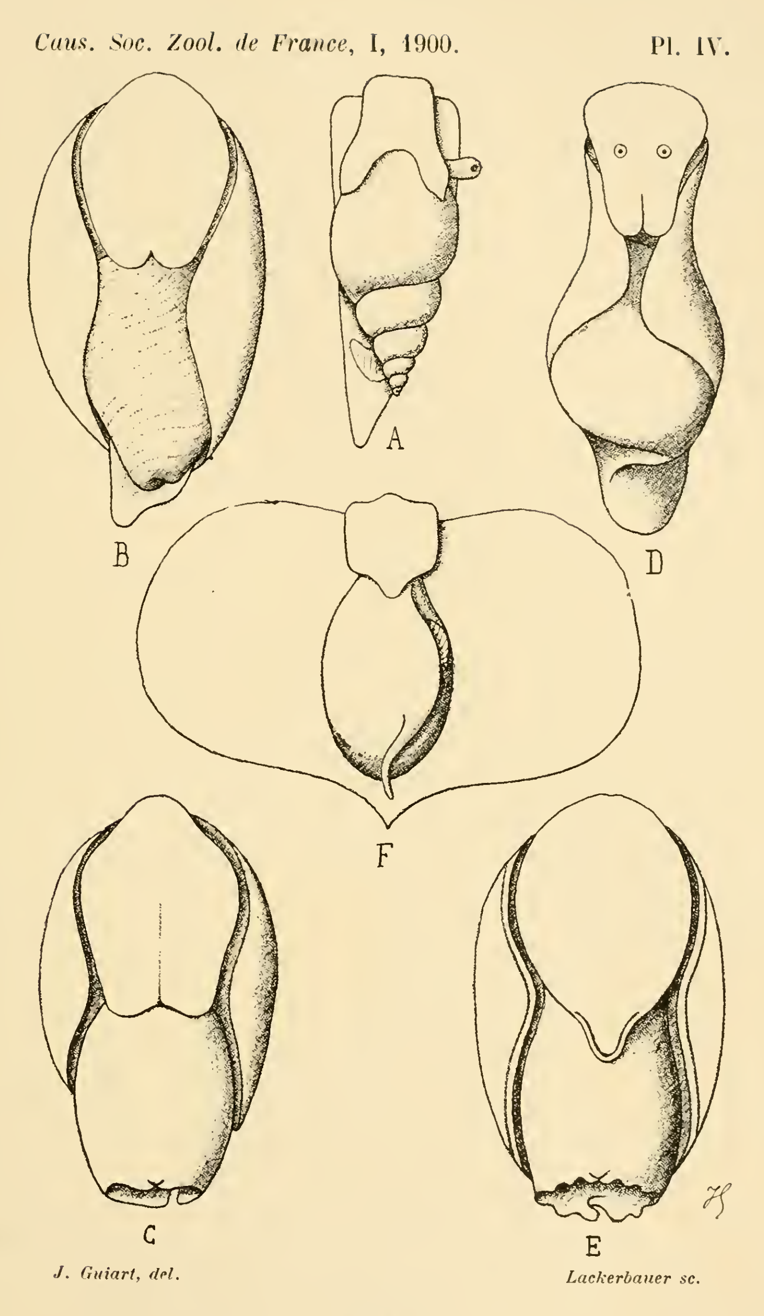




J. Guiart, del. *Lackerbauer sc.*

Philine aperta.





J. Guiart, del. Lackerbauer sc.

Bulléens.



CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Séance du 13 Mars 1900.

LES COCCIDIES ET LEUR RÔLE PATHOGÈNE

PAR

LE PROFESSEUR RAPHAËL BLANCHARD

Le sujet que je me propose de traiter comporte deux parties distinctes. Dans la première, j'exposerai l'état actuel de nos connaissances sur la structure et l'évolution des Coccidies ; des travaux très importants ont été récemment publiés sur ce point et il est indispensable d'en acquérir tout d'abord une notion exacte. Dans la seconde partie, j'indiquerai le rôle capital, jusqu'à présent trop méconnu, que les Coccidies jouent en médecine humaine et comparée.

Tous les zoologistes connaissent les *Leçons sur les Sporozoaires*, publiées en 1883 par Balbiani, ainsi que l'ensemble des admirables travaux d'Aimé Schneider, de Poitiers : c'est à ces deux observateurs qu'on doit les premières notions précises sur la structure et l'évolution des Coccidies. Je devais, au début de cette causerie. leur rendre hommage, car ils ont été les initiateurs de l'étude des Coccidies. Leurs ouvrages étant connus, je n'ai pas à m'arrêter sur les belles découvertes qu'ils ont faites et j'entre immédiatement en matière.

Dimorphisme des Coccidies

En 1875, A. Schneider a décrit sous le nom d'*Eimeria falciformis* une Coccidie de l'épithélium intestinal de la Souris, déjà étudiée par Th. Eimer en 1870 : cet organisme se transforme en une spore unique, puis se segmente en un nombre indéterminé de corpuscules

falciformes, qui se disposent dans la spore comme les méridiens d'une sphère ou comme les douves d'un baril et laissent entre eux une masse protoplasmique résiduelle, dite *noyau de reliquat* (fig. 1). Toutes les Coccidies qui, en s'enkystant, se transforment en une spore unique, ont été réunies par A. Schneider dans le groupe des *Monosporées*.

Il existe, dans l'épithélium des canaux biliaires du Lapin, une autre Coccidie que Rivolta décrivit en 1878 sous le nom de *Psorospermium cuniculi*; l'année suivante, Leuckart en publia une excellente étude : il lui donna le nom de *Coccidium oviforme* et établit l'ordre des Coccidies pour les Protozoaires amibiformes qui vivent en parasites dans les cellules épithéliales. L'organisme en question doit donc porter le nom de *Coccidium cuniculi* (Rivolta, 1878). Il se

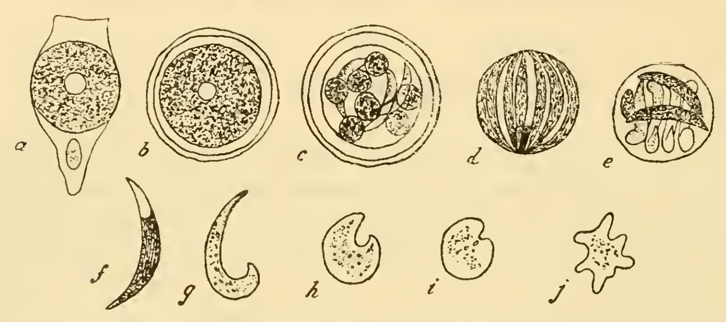


Fig. 1. — Evolution d'*Eimeria falciformis*, d'après Eimer. — *a*, Coccidie dans une cellule épithéliale dont le noyau est refoulé; *b*, kyste; *c*, formation de la spore; *d*, *e*, spore; *f*, *g*, corpuscules falciformes; *h*, *i*, *j*, corpuscule falciforme passant à l'état amiboïde.

multiplie d'une tout autre façon que l'*Eimeria falciformis:* il s'enkyste, puis produit quatre spores, dans chacune desquelles se forment deux corpuscules falciformes, accompagnés d'un noyau de reliquat (fig. 2). Schneider appelle *Oligosporées* les Coccidies qui, après enkystement, se divisent en un nombre constant et défini de spores : elles sont dites *Disporées* ou *Tétrasporées*, suivant que les spores sont au nombre de deux ou de quatre.

On a cru longtemps que les Monosporées et les Oligosporées représentaient deux groupes bien définis et que, par conséquent, les genres *Eimeria* et *Coccidium* étaient eux-mêmes bien distincts. On sait maintenant qu'il n'en est rien et que les Coccidies sont douées d'un remarquable dimorphisme, découvert par R. Pfeiffer.

Chez un Lapin atteint de coccidiose aiguë, cet observateur trouva

non seulement le *Coccidium cuniculi*, mais encore une *Eimeria* particulière, qui produisait ses corpuscules à l'intérieur du corps de l'animal ; il pensa que ces corpuscules, nés par un processus de multiplication endogène, s'en allaient envahir des cellules épithéliales encore saines et propageaient ainsi la maladie de proche en proche dans l'organisme du Lapin. D'après cette conception, l'*Eimeria* devait donc être considérée comme l'agent de l'infection progressive de l'organisme envahi, tandis que le *Coccidium* était destiné à être rejeté au dehors et à être ingéré par des animaux sains, auxquels il apportait le germe de la maladie.

Cette théorie fut bientôt confirmée par L. Pfeiffer, puis par d'autres observateurs. Schuberg démontra que les kystes d'*Eimeria*

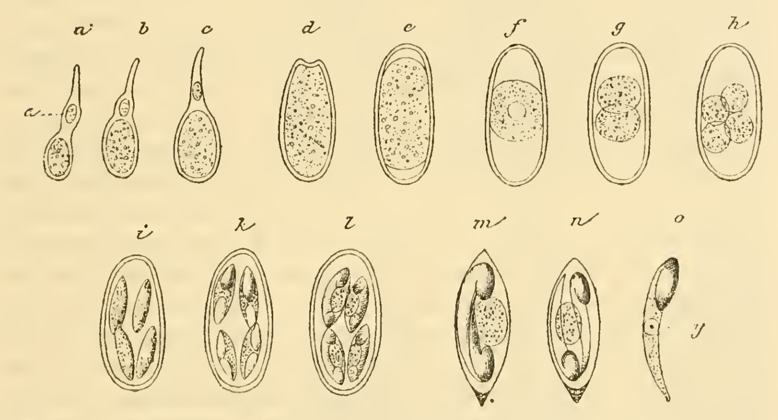


Fig. 2. — *Coccidium cuniculi* du foie du Lapin, d'après Balbiani. — *a*, *b*, *c*, jeunes Coccidies renfermées dans les cellules épithéliales des canaux biliaires ; *a*, noyau de la cellule épithéliale ; *d*, *e*, *f*, Coccidies adultes enkystées ; *g*-*l*, développement des spores ; *m*, spore mûre isolée, très grossie, montrant les deux corpuscules falciformes dans leur position naturelle avec le nucléus de reliquat ; *n*, spore comprimée avec les deux corpuscules écartés l'un de l'autre ; *o*, un corpuscule falciforme ; *y*, son noyau.

falciformis, que l'on trouve libres dans l'intestin de la Souris, évoluent suivant le type *Coccidium*, quand on les cultive en chambre humide, dans un peu d'eau : ils prennent alors un aspect que Schuberg avait cru précédemment pouvoir rapporter à une autre espèce, dénommée par lui *Coccidium falciforme*. Par conséquent, *Coccidium falciforme* Schuberg, 1892, n'est qu'un état particulier d'*Eimeria falciformis* Aimé Schneider, 1875. Ces deux formes sont, à l'état jeune, indiquées déjà par des différences d'aspect et de

structure; une troisième forme, que Schuberg a vue et figurée, mais sans en comprendre l'importance, est celle qui donne naissance aux microgamètes, comme il sera dit plus loin.

Schaudinn et Siedlecki ont vu des faits semblables chez les Coccidies des Myriapodes. Dans l'épithélium intestinal de *Lithobius forficatus*, vivent deux Coccidies très semblables à l'état adulte, mais bien distinctes par leur mode de reproduction : *Adelea ovata* Aimé Schneider, 1875, et *Eimeria Schneideri* Bütschli, 1882. Or, ces deux espèces nominales ne sont encore que deux formes d'une seule et unique espèce dimorphe.

Des faits analogues s'observent encore chez deux autres parasites de ce même Myriapode. Le premier doit porter le nom de *Coccidium Lacazei* (Labbé) ; sa forme eimérienne est représentée par *Eimeria Schneideri* Schneider, 1887, *pro parte* (non Bütschli, 1882) et sa forme coccidienne par *Bananella Lacazei* Labbé, 1895. Le second a été récemment décrit par Schaudinn sous le nom de *Coccidium Schubergi*, 1900.

Simond a consacré définitivement la théorie du dimorphisme par l'expérience : en faisant avaler des kystes mûrs de *Coccidium cuniculi* à de jeunes Lapins nés d'une mère indemne et exempts eux-mêmes de coccidiose, il a obtenu tout à la fois des formes de multiplication endogène (forme eimérienne) et de nouveaux kystes (forme coccidienne). *Caryophagus salamandrae* Steinhaus, qui vit dans les noyaux et parfois aussi dans le protoplasma des cellules épithéliales de l'intestin de *Salamandra salamandra*, présente aussi une évolution dimorphe : d'une part une multiplication endogène assurant sa pullulation dans les organes de la Salamandre, d'autre part, une sporulation exogène produisant une forme de résistance, grâce à laquelle l'espèce se dissémine et passe d'un animal à l'autre.

Suivant Léger, les Myriapodes atteints de coccidiose intestinale renferment toujours en même temps des *Eimeria* et des *Coccidium ;* bien plus, il n'est pas un seul Arthropode contenant des *Coccidium*, qui n'héberge également des *Eimeria :* mais chez un tel animal, les déjections ne renferment jamais que des kystes de *Coccidium*. Léger confirme donc, par ses observations sur les Arthropodes, l'identité générique des deux types de Coccidies.

Le dimorphisme des Coccidies est donc un fait bien démontré. Il doit en résulter un remaniement considérable de la classification de ces êtres et la suppression de toute une série de genres admis jusqu'à ce jour ; c'est là un point sur lequel nous reviendrons plus loin.

Évolution des Coccidies

Nous exposerons succinctement la marche générale de l'évolution des Coccidies d'après les observations de Simond sur *Coccidium cuniculi*, tout en signalant les faits importants qui pourraient nous être offerts par d'autres espèces.

INFESTATION. — On trouve communément, dans les canaux biliaires du Lapin, des kystes ovoïdes mesurant d'abord 36 μ sur 18, puis atteignant une dimension de 43 μ sur 22. Ces kystes sont entièrement remplis d'un protoplasma granuleux (fig. 3, A), qui bientôt se contracte à deux reprises (B, C) et se transforme en une sphère très écartée de la paroi ; un noyau arrondi en occupe le centre. La Coccidie est alors à l'état d'*oocyste* : elle est parvenue au dernier degré de développement qu'elle puisse atteindre dans le foie; elle suit le cours de la bile et est rejetée au dehors.

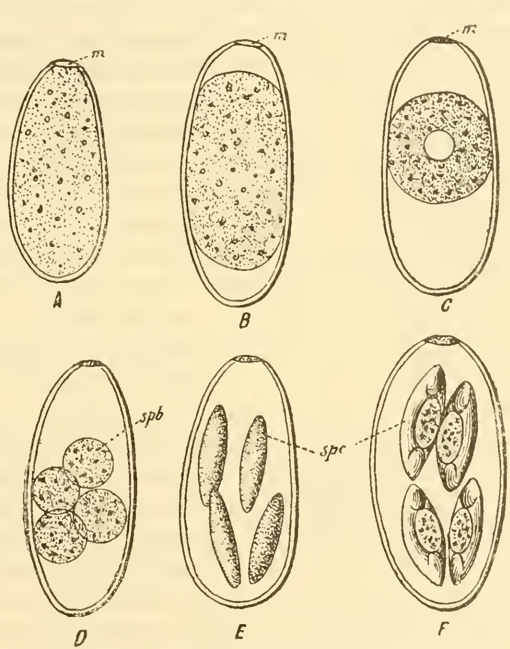


Fig. 3. — Évolution extra-cellulaire des oocystes du *Coccidium cuniculi* (état frais). — A, Coccidie qui vient de quitter la cellule épithéliale; B, première contraction du protoplasma; C, seconde contraction du protoplasma : le noyau est visible; D, stade avec quatre sporoblastes sphériques; E, transformation des sporoblastes en sporocystes; F, kyste avec sporocystes mûrs; *m*, micropyle; *spb*, sporoblaste; *spc*, sporocyste.

Si on place quelques-uns de ces oocystes à une température de 15 à 18°, soit dans un peu d'eau, soit sur du sable humide, soit encore sur des baguettes de charbon dans une chambre humide, leur contenu se divise, au bout de deux ou trois jours, en deux,

puis en quatre sphérules (1) qui sont des *sporoblastes* (*archispores* de Labbé; fig. 3, D, *spb*). Chacun de ceux-ci s'allonge et se transforme en un *sporocyste* (*spore* de Labbé ; fig. 3, E-F, *spc*). Ce dernier est long de 12 à 15 μ, large de 7 μ; il est limité par deux membranes : l'externe, transparente et résistante, est l'*épispore* (fig. 4, *ep*) ; l'interne, très mince et se moulant sur le contenu, est l'*endospore* (*end*). Le protoplasma du sporocyste est d'abord homogène, mais le noyau se divise bientôt et le protoplasma se segmente lui-même en trois fragments : deux *sporozoïtes* (*sz*), falciformes, accolés l'un à l'autre et disposés tête-bêche, présentant chacun un noyau dans sa partie moyenne, et un *reliquat sporal* ou *de différenciation* (*r*), masse granuleuse inutilisée, large de 5 à 6 μ. Un tel sporocyste, ne renfermant que deux sporozoïtes, est *dizoïque*. Sa maturation, dans les conditions artificielles indiquées ci-dessus, exige de 14 à 15 jours suivant Balbiani, et seulement de 4 à 5 jours, suivant R. Pfeiffer.

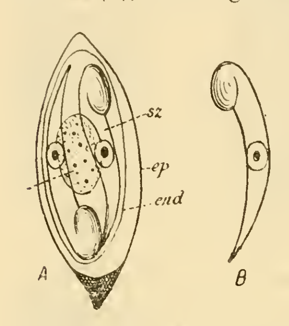


Fig. 4.— *Coccidium cuniculi*, d'après Balbiani. — A, sporocyste isolé; B, sporozoïte; *end*, endospore; *ep*, épispore ; *r*, reliquat ; *sz*, sporozoïte.

Le kyste ainsi constitué est doué d'une grande résistance ; il peut rester fort longtemps à l'extérieur, soit dans l'eau, soit dans la poussière, jusqu'à ce qu'il se trouve entraîné avec l'eau de boisson ou les substances alimentaires jusque dans l'intestin du Lapin. Sous l'influence des sucs digestifs, il se déchire et met les sporocystes en liberté. Ceux-ci éclatent à leur tour, se séparent en deux valves et livrent passage aux sporozoïtes, qui entrent bientôt en mouvement et s'agitent avec la plus grande activité, comme de petits Vermisseaux ; suivant les cas, ils restent dans l'intestin ou remontent par le canal cholédoque jusque dans les voies biliaires.

Le sporozoïte (fig. 4, B ; fig. 5, 1) est de forme et de dimensions variables, suivant les espèces ; il est ordinairement falciforme, son extrémité antérieure étant effilée, la postérieure étant plus mousse et légèrement arrondie. Sa structure est uniformément vacuolaire ; le noyau est à peu près médian ; il est nu et clair, pourvu d'un petit

(1) Chez *Coccidium falciforme*, le protoplasma de l'oocyste se divise d'emblée en quatre sporoblastes, d'après Schuberg. Il se divise en totalité, mais on voit parfois un *reliquat cystal* ou *de segmentation*, sous forme d'une très petite sphérule.

nombre de granulations de chromatine et dépourvu de cette formation particulière que nous décrivons plus loin sous le nom de *caryosome*.

Ainsi constitué, le sporozoïte est doué de deux sortes de mouvements : il change de forme sur place et est capable de progression ; divers observateurs lui ont aussi attribué des mouvements amiboïdes, mais il semble que ce soit là un phénomène cadavérique. Ces changements de forme consistent en incurvations et en contractions annulaires. Les incurvations sont lentes et progressives, suivies d'un court repos, puis d'une extension d'abord lente, qui s'achève par une brusque secousse : ce phénomène a été observé tout d'abord par Eimer chez *Eimeria falciformis* de l'intestin de la Souris.

La contraction annulaire, observée déjà par A. Schneider sur les sporozoïtes de *Barrouxia nepae*, est une sorte de mouvement péristaltique ou d'onde de contraction, qui marche lentement d'avant en arrière.

Schaudinn et Siedlecki ont observé en outre la progression du sporozoïte. Quand celui-ci s'est incurvé et redressé sur place trois ou quatre fois, il se met en marche, la pointe en avant; il va en droite ligne et d'une façon continue, sans osciller ni reculer. Après avoir parcouru une distance à peu près égale à cinq à sept fois sa longueur, il s'arrête, puis recommence ses oscillations ; quand il en a accompli trois ou quatre, il se déplace de nouveau, et ce manège dure tant que le sporozoïte est vivant. La cause de cette progression est la même que chez les Grégarines : le sporozoïte excrète une substance hyaline, collante, de consistance gélatineuse, qui se dispose en couche mince à sa surface, sauf à l'extrémité antérieure, et s'accumule progressivement en arrière ; par suite de son accumulation et de son adhérence par coagulation à la surface sur laquelle repose le sporozoïte, cette substance pousse celui-ci en avant. Quand elle a été utilisée en totalité, le sporozoïte s'arrête et en fabrique une nouvelle provision.

Le sporozoïte utilise encore cette substance visqueuse, au moment où il cherche à s'enfoncer dans une cellule épithéliale. Il se fixe solidement sur cette dernière, à l'aide de la matière adhésive, puis presse par son extrémité antérieure contre la cellule : il produit ainsi une petite perforation dans laquelle il s'engage ; à l'aide de mouvements variés et de fortes contractions, il s'enfonce progressivement et finit par pénétrer en entier dans la cellule (fig. 5, 2). Ce phénomène de pénétration dure de cinq à dix minutes. Le sporozoïte se meut alors activement dans la cellule et il peut

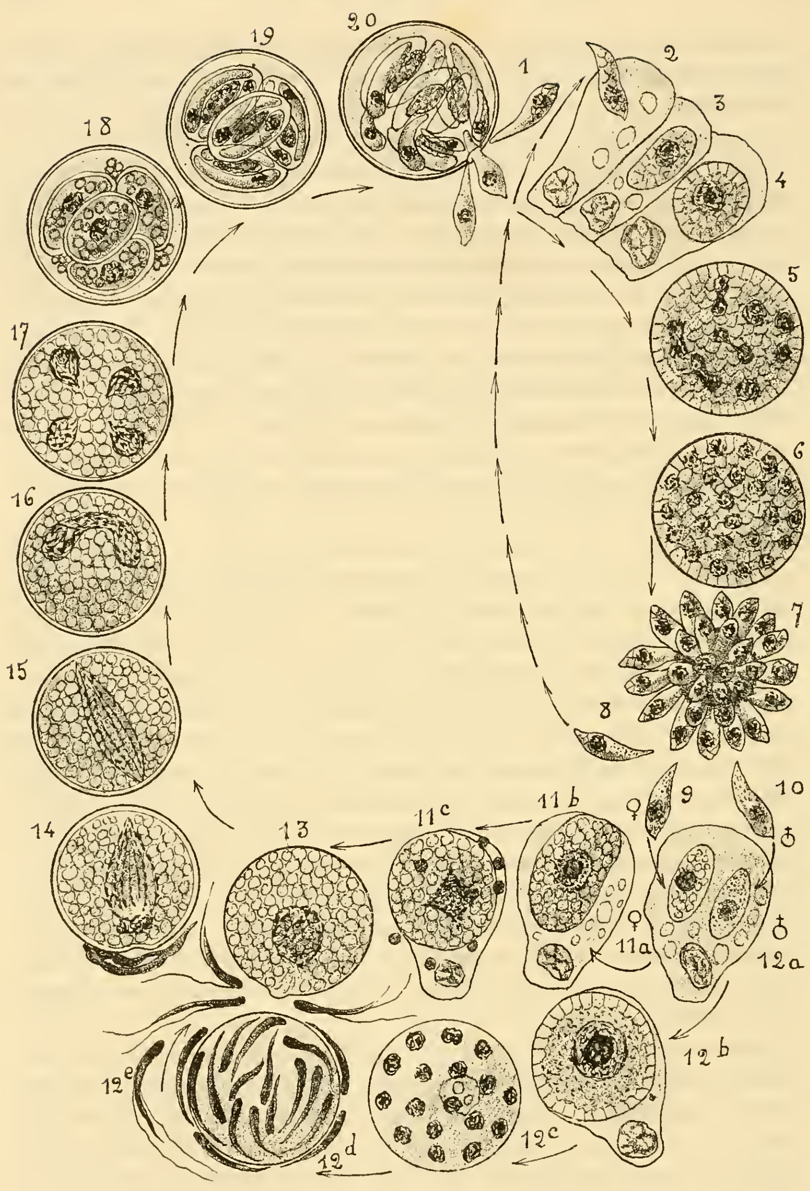


Fig. 5. — Schème de l'évolution de *Coccidium Schubergi*, d'après Schaudinn. — 1, sporozoïtes sortant de l'oocyste; 2, sporozoïte pénétrant dans une cellule épithéliale; 3-8, schizogonie, mode de reproduction asexuée s'accomplissant à l'intérieur de la cellule épithéliale; 3, sporozoïte en voie d'accroissement et se transformant en schizonte, 4; 5, multiplication nucléaire; 6, les noyaux-filles se dispersent à la surface du schizonte; 7, formation des mérozoïtes; 8-10, mérozoïtes libres, allant infester de nouvelles cellules épithéliales; 8, mérozoïte destiné à se transformer en schizonte et à recommencer le cycle schizogonique; 9, mérozoïte destiné à se transformer en cellule femelle ou macrogamète; 10, mérozoïte destiné à devenir une cellule productrice d'éléments

s'écouler un temps assez long avant qu'il entre en repos ; parfois même, il traverse plusieurs cellules, avant d'en trouver à sa convenance ; finalement il s'arrête et se loge au milieu du protoplasma, entre la surface libre et le noyau (fig. 5, 3).

Une ou deux heures après sa pénétration dans la cellule épithéliale, le sporozoïte présente encore sa forme caractéristique ; mais il ne va pas tarder à prendre un autre aspect et à se transformer en *schizonte* (fig. 5, 4). Cette forme particulière de la Coccidie se nourrit aux dépens de la cellule qui la contient : elle grandit rapidement (1), puis se multiplie par *schizogonie.*

Schizogonie. — Ce mode de reproduction asexuée correspond au stade eimérien, à la multiplication directe ou libre, au cycle asporulé, à la sporulation endogène des divers auteurs.

La cellule infestée grossit tout d'abord, à mesure que la jeune Coccidie s'arrondit et s'accroît (fig. 5, 4), puis le protoplasma se raréfie et le noyau se trouve déjeté de plus en plus vers la profondeur et sur le côté. Cependant, la cellule se remplit de grosses gouttelettes graisseuses, qui disparaissent par la suite : elles sont sans doute absorbées par le parasite, mais après avoir subi une transformation, car celui-ci ne contient jamais de graisse. Finalement, la cellule meurt ; le peu qui en reste est réduit à une mince couche disposée autour de la Coccidie.

Quand elle a atteint toute sa taille, cette dernière est arrondie (2), sans membrane d'enveloppe : elle est caractérisée par plusieurs particularités de structure. Son protoplasma est homogène, faiblement granuleux et très nettement creusé de larges alvéoles que

mâles ou microgamétocyte; 11*a*, 11*b*, évolution du macrogamète ; 11*c*, maturation du macrogamète par expulsion du caryosome; 12*a*, 12*b*, évolution du microgamétocyte; 12*c*, multiplication du noyau et répartition des noyaux-filles à la surface du microgamétocyte; 12*d*, formation des microgamètes; 12*e*, microgamètes libres, marchant à la rencontre du macrogamète; 13, fécondation du macrogamète; 14, macrogamète fécondé ou copula, déjà entouré d'une membrane d'enveloppe : le noyau du microgamète s'est fusionné avec celui du macrogamète; les microgamètes qui n'ont pas pris part à la fécondation restent en dehors de la membrane et meurent; 15, oocyste avec son noyau de copulation, résultant de la fusion du noyau mâle avec le noyau femelle; 16-20, sporogonie, mode de reproduction exogène; 16-17, division du noyau de l'oocyste en quatre; 18, formation des quatre sporocystes; 19, formation des sporozoïtes; 20, éclosion des sporozoïtes.

(1) D'après Schaudinn, la croissance des schizontes n'exige pas plus de 24 heures chez *Coccidium Schubergi*, parasite de l'épithélium intestinal de *Lithobius forcipatus.*

(2) Généralement, le schizonte prend la forme sphérique; il est cependant des espèces où il garde une forme ovale, rappelant l'aspect du sporozoïte dont il dérive.

remplit un liquide clair. Le noyau est de grande taille, vésiculeux, sphérique, entouré d'une mince membrane et traversé d'un fin réseau de filaments de chromatine ; il renferme en outre un *caryosome* (A. Labbé ; *Binnenkörper* de Schaudinn et Siedlecki), qui joue, dans les phénomènes de division cellulaire, un tout autre rôle que le nucléole des cellules des animaux supérieurs : il s'en distingue notamment en ce qu'il renferme de la chromatine. L'évolution du caryosome s'accomplit de la façon suivante :

Les grains de chromatine sont tout d'abord répandus régulièrement dans le noyau. A mesure que celui-ci grandit, la plupart des gros grains se rassemblent au centre, les plus petits grains restant à la périphérie. En même temps apparaît au centre du noyau une substance diffuse, faiblement réfringente, qui prend finalement l'aspect d'une sphère solide, à l'intérieur de laquelle la chromatine se fusionne en une masse homogène. Les réactifs colorants permettent de distinguer facilement ces deux parties : le corps même du caryosome, constitué par une substance probablement voisine de la plastine (*oxychromatine* de A. Labbé), se colore faiblement par l'hématoxyline et par le vert de méthyle ; la chromatine (*basichromatine* de A. Labbé) prend une teinte rose pâle par l'éosine.

Le schizonte ainsi constitué devient le siège d'un actif phénomène de division indirecte. Celle-ci porte d'abord sur le noyau et s'accomplit d'après divers types, suivant les espèces. Sans entrer dans ces détails de cytologie, disons simplement qu'il en résulte une multiplication du noyau : les noyaux-filles sont de plus en plus petits et se rapprochent peu à peu de la surface ; ils finissent par s'y distribuer plus ou moins régulièrement ; leur nombre est très variable et peut dépasser 50 (fig. 5, 5-6 ; fig. 6, A-D).

Cependant, le protoplasma se condense au centre de la Coccidie : les vacuoles y deviennent plus petites, tandis que celles de la périphérie acquièrent une plus grande largeur. Les petits noyaux superficiels deviennent alors des centres d'attraction : une zone claire de protoplasma riche en liquide, à larges alvéoles, s'accumule autour de chacun d'eux, puis fait saillie à la surface du schizonte. Chacune de ces masses se soulève de plus en plus, englobe le noyau et entraîne à sa suite une quantité notable du protoplasma plus dense de la partie centrale. Il se forme ainsi sur toute la surface de la Coccidie, ou seulement d'un seul côté, si la répartition des noyaux était unilatérale, un certain nombre de corpuscules claviformes (fig. 5, 7), encore attachés à la masse cellulaire par leur moitié in-

terne effilée (1). Celle-ci va en s'étranglant et tend à se détacher ; en même temps, les corpuscules deviennent mobiles et accomplissent des mouvements identiques à ceux des sporozoïtes. Ils se séparent finalement et laissent un très petit reliquat.

Mérozoïtes. — Les corpuscules dont nous venons de suivre l'évolution sont les *mérozoïtes* (*macrosporozoïtes* de Labbé). Ils ont sensiblement les mêmes dimensions que les sporozoïtes, mais s'en distinguent facilement. Ils sont claviformes et non falciformes ;

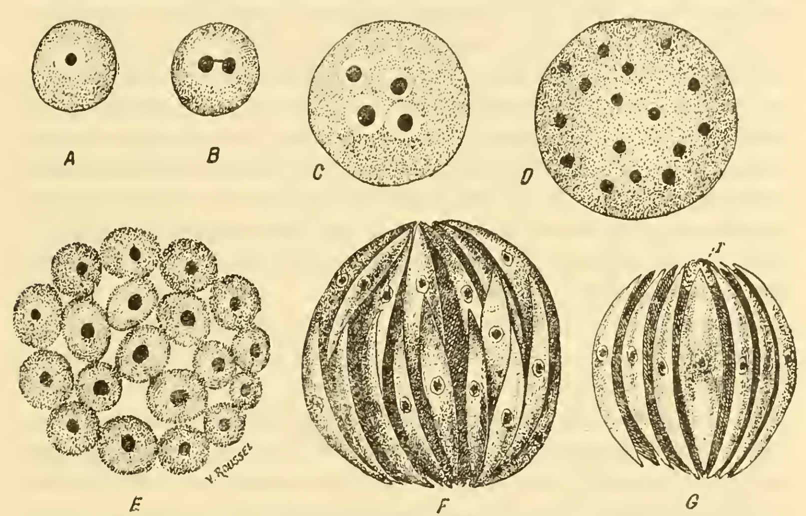


Fig. 6. — Multiplication intra-cellulaire par schizogonie chez le *Coccidium cuniculi*, d'après Simond. — A, Coccidie uninucléaire ; B-D, multiplication nucléaire ; E, multiplication cellulaire ; F-G, deux stades avec mérozoïtes mûrs ; *r*, reliquat.

leur protoplasma est divisé en deux zones : l'antérieure, plus élargie, renferme de larges alvéoles ; la postérieure, plus effilée, a un réseau vacuolaire plus dense ; le noyau, pourvu d'un caryosome, est situé entre ces deux zones.

Les mérozoïtes occupent encore, dans la cellule parasitée, la cavité où s'était développée la Coccidie. Quand ils sont peu nombreux, ils sont aussi longs que cette cavité et se disposent contre la paroi comme des quartiers d'orange ou comme les méridiens d'une

(1) Simond pensait que le schizonte se divise d'emblée en un certain nombre de masses arrondies, qui s'isolent en laissant entre elles un petit résidu protoplasmique, puis s'allongent pour prendre un aspect semi-lunaire (fig. 6, E-G). Schaudinn a rectifié cette observation, ainsi qu'il est dit ci-dessus.

sphère (fig. 6, G) ; quand leur nombre est plus grand, ils se placent sur deux rangs et sont de taille plus petite (fig. 6, F). C'est cet aspect qui s'observe communément dans l'éphithélium intestinal de la Souris et que Schneider désignait sous le nom d'*Eimeria falciformis*. On comprend donc que le terme de « cycle eimérien » ait pu être appliqué par certains auteurs à la schizogonie.

Cette dernière est désormais achevée : la cellule épithéliale, à l'intérieur de laquelle s'est accomplie l'évolution que nous venons de décrire, se rompt et met les mérozoïtes en liberté ; elle a pu même se rompre plus tôt et expulser le schizonte, dont l'évolution a dû ainsi se poursuivre dans les canaux biliaires ou l'intestin.

D'une façon ou de l'autre, le mérozoïte va donc être libre : il rampe à la surface de l'épithélium, pénètre dans une cellule encore saine, exactement comme l'avait fait le sporozoïte. Il reste quelque temps en repos auprès du noyau de la cellule envahie, puis modifie sa structure ; d'après la façon dont elle s'accomplit, cette modification de structure est le point de départ de phénomènes évolutifs qui peuvent s'accomplir suivant trois directions différentes, ainsi que nous allons l'exposer (fig. 5, 10, 11, 12).

S'il ne pénètre pas dans une cellule épithéliale, le mérozoïte est incapable de vivre en dehors des voies biliaires ou digestives ; il meurt même avant d'être sorti de l'intestin du Lapin ; il ne saurait donc propager l'infection d'un animal à l'autre. En s'enfonçant dans les cellules épithéliales encore saines du même Lapin, il produit une véritable auto-infestation et ce phénomène de multiplication du parasite à l'intérieur de son hôte nous explique le cas où celui-ci succombe à une infection aiguë. La schizogonie est donc un procédé particulièrement rapide et actif de multiplication endogène.

Schizogonie répétée. — Dans le cas de schizogonie répétée, le mérozoïte qui vient d'envahir une cellule saine acquiert rapidement une structure uniforme, grâce à une infiltration liquide de sa moitié postérieure. L'organisme tout entier se montre donc constitué par de gros alvéoles clairs : dès lors, on se trouve en présence d'un jeune schizonte de seconde génération, qui va évoluer exactement comme celui qui dérive d'un sporozoïte. La seule différence appréciable consiste en ce que les schizontes dérivés des sporozoïtes ne peuvent se multiplier qu'après avoir achevé toute leur croissance, tandis que ceux qui sont issus des mérozoïtes sont capables de schizogonie alors qu'ils sont encore très jeunes : cela tient vraisemblablement à ce que ces derniers possèdent dès le début un caryo-

some, alors que les premiers n'en acquièrent un qu'assez tardivement. Grâce à ce phénomène de schizogonie répétée et précoce, le nombre des parasites s'accroît dans une large mesure et leur dissémination dans l'organisme du Lapin se fait de la façon la plus active.

Les deux autres sortes de mérozoïtes (fig. 5, 9 et 12) vont se transformer respectivement en gamètes, c'est-à-dire en éléments sexuels destinés à se conjuguer, par un phénomène identique à la fécondation des Métazoaires : on distingue un gamète mâle ou *microgamète* (*chromatozoïte* de Simond, *microsporozoïte* de Labbé) et un gamète femelle ou *macrogamète* (*macrosporozoïte* de Labbé).

Formation des macrogamètes. — Le mérozoïte qui doit devenir un macrogamète a la même structure générale que le schizonte : son protoplasma est creusé d'alvéoles larges de 1 μ 5 à 2 μ ; son noyau renferme un caryosome. Il croît lentement, reste toujours sans membrane d'enveloppe et se différencie de bonne heure, grâce à l'accumulation dans son protoplasma de deux sortes de granulations qui représentent des matières de réserve analogues au vitellus. Les unes, très petites et en quantité variable, se colorent fortement par l'hématoxyline : elles sont caractéristiques du macrogamète. Les autres, brillantes, arrondies, atteignent progressivement une dimension de 0 μ 5 à 2 μ ; elles ne fixent pas l'hématoxyline, mais se colorent par l'éosine. Ces « granulations plastiques », comme Labbé les appelle, sont formées par une substance albuminoïde indéterminée, que ce même auteur désigne sous le nom de *coccidine*. Les matières de réserve s'accumulent d'abord autour du noyau (fig. 5, 11 *a*), puis envahissent toute la cellule (11 *b*).

En grandissant, le macrogamète ne prend pas la forme sphérique, mais reste plutôt elliptique et même devient réniforme. Il subit alors la maturation et expulse son caryosome ; Schaudinn a pu suivre sous le microscope ce curieux phénomène chez *Coccidium Schubergi*.

Le macrogamète, jusqu'alors immobile, se redresse très lentement ; il s'incurve encore et se redresse deux fois de suite, puis finalement reste droit ; il commence alors à se raccourcir et à s'élargir. En même temps, le caryosome quitte le centre du noyau, en gagne lentement la surface, puis soudain disparaît aux regards : au contact du protoplasma, il s'est subitement divisé en un grand nombre de particules sphériques, qui continuent de faire explosion jusqu'à ce qu'elles soient toutes rejetées hors du protoplasma. Peu d'instants après la disparition du caryosome, il se montre, en effet, en divers

points de la surface du macrogamète, des gouttelettes brillantes qui sont projetées à quelque distance, souvent même avec assez de violence pour s'enfoncer dans le protoplasma de la cellule-hôte (fig. 5, 11 *c*).

Après l'expulsion du caryosome, le noyau perd son contour net et se perd plus ou moins dans le protoplasma (fig. 5, 11 *c*) ; quand la Coccidie a acquis la forme sphérique et cesse de se contracter, il se condense de nouveau en une vésicule arrondie. Le macrogamète est alors définitivement constitué : il peut avoir accompli toutes ces transformations à l'intérieur de la cellule-hôte, mais le plus souvent ses contractions ont eu pour effet de l'en faire sortir peu à peu ; il gît à la surface de l'épithélium, où les microgamètes pourront plus aisément le rencontrer.

Formation des microgamètes. — Le mérozoïte destiné à produire les microgamètes (fig. 5, 10) croît plus rapidement que le précédent. C'est une Coccidie toujours sans membrane d'enveloppe et de taille assez grande. Son protoplasma est dépourvu de substance de réserve, ce qui le distingue du macrogamète ; il est finement granuleux et de structure très finement vacuolaire, comme la moitié postérieure du mérozoïte, ce qui le distingue du schizonte. Cette forme coccidienne a reçu le nom de *microgamétocyte* ou de *microgamétoblaste* : en croissant, elle garde sa structure, à cela près que les alvéoles entourant le noyau et ceux de la périphérie prennent une disposition rayonnante, ces derniers étant un peu plus grands que les autres (fig. 5, 12 *b*). Le noyau a la même structure que chez le schizonte ; le caryosome est volumineux, réfringent ; la substance nucléaire a une très délicate structure alvéolaire.

Quand le microgamétocyte a atteint toute sa taille, le caryosome commence à pâlir et se creuse de vacuoles ; la chromatine se porte dans les mailles de la substance nucléaire, notamment du réseau de linine, et s'y rassemble sous forme de grains et de bâtonnets. En même temps, le noyau perd sa forme arrondie et la netteté de son contour ; il envoie dans le protoplasma de fins prolongements, le long desquels émigrent les grains de chromatine. Ceux-ci se répartissent dans tout le protoplasma, mais seulement dans la paroi des vacuoles, et gagnent progressivement la couche vacuolaire superficielle ; ils s'y disposent en rangées, puis les grains d'une même rangée se fusionnent en un filament sinueux, de longueur variable, qui va bientôt se condenser sur lui-même et s'écarter des filaments voisins. Il apparaît ainsi, à la surface même de la Coccidie, un grand nombre de corpus-

cules étoilés, qui représentent autant de noyaux-filles; autour de chacun d'eux s'accumule du protoplasma hyalin (fig. 5, 12 *c*; fig. 7, A). Le reste de la cellule a perdu sa structure régulièrement vacuolaire et est devenu granuleux ; on voit encore au centre, comme unique résidu du noyau primitif, le caryosome qui a pâli considérablement, mais renferme encore une certaine quantité de chromatine ; il finit par disparaître totalement. La multiplication nucléaire et la formation des noyaux-filles sont alors achevées ; ce phénomène a eu pour résultat la destruction du caryosome : il a exigé environ six heures.

Le microgamétocyte reste quelque temps en repos, puis devient le siège de modifications nouvelles, qui aboutissent à la formation des microgamètes. Les noyaux superficiels se condensent; ils perdent les lacunes qu'on pouvait voir à leur intérieur et semblent formés d'un grumeau de chromatine. Chacun d'eux s'aplatit contre la surface, s'allonge et s'incurve en virgule, tout en faisant saillie à la surface de la Coccicie : une faible quantité de plasma hyalin s'amasse autour de lui. Bientôt le jeune microgamète commence à s'agiter lentement ; il s'allonge encore et s'effile, un flagellum naît à l'une de ses extrémités, puis à l'autre : les mouvements s'accélèrent et finalement l'organisme se détache de la Coccidie et devient libre (fig. 5, 12 *d*; fig. 7, B, C). Tous les microgamètes ne se développent pas également vite ; ils quittent successivement le microgamétocyte. Dans l'étroit espace qu'ils occupent, entre le microgamétocyte et la cellule parasitée, ils s'agitent déjà très vivement, en produisant une sorte de bouillon-

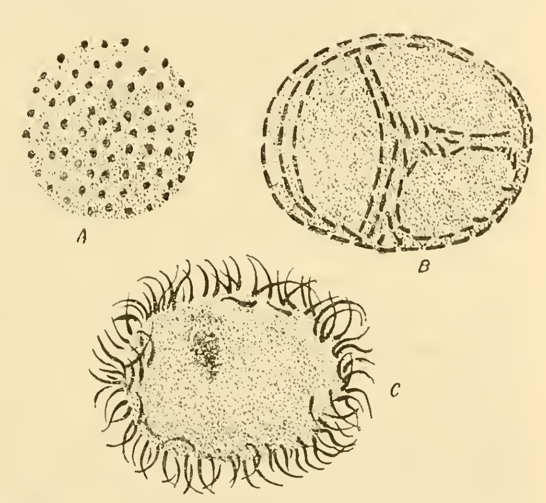


Fig. 7. — Formation des microgamètes chez *Coccidium cuniculi*, d'après Simond.— A, multiplication nucléaire ; B, allongement des noyaux ; C, microgamètes mûrs, vus en coupe optique à la surface du microgamétocyte. – Toutes ces formes sont intracellulaires.

nement caractéristique, dû au mouvement de leurs flagellums. Quand ils se sont tous détachés, le microgamétocyte constitue finalement un énorme corps résiduel, n'ayant plus aucun rôle à jouer et voué à une destruction rapide.

Les microgamètes (fig. 8) sont très petits et très agiles ; leur taille peut néanmoins varier considérablement d'une espèce à l'autre. Ils sont longs de 6 à 8 μ (*Barrouxia*, *Coccidium*) ou mesurent 30 à 40 μ (*Klossia*) ; ils ont à peine 1 μ de largeur ; ils sont généralement falciformes, mais peuvent changer d'aspect. Leur corps est assez réfringent, homogène, presque entièrement formé de chromatine, grâce à la taille relativement considérable de leur noyau. Le protoplasma forme autour de celui-ci une couche très mince, à peine appréciable, sauf aux deux extrémités : l'antérieure est constituée par un rostre très petit, aigu, brillant ; la postérieure est également effilée. Une très petite masse protoplasmique se voit aussi dans la concavité du microgamète falciforme, et même elle déprime en ce point, sur une longueur variable, la substance nucléaire.

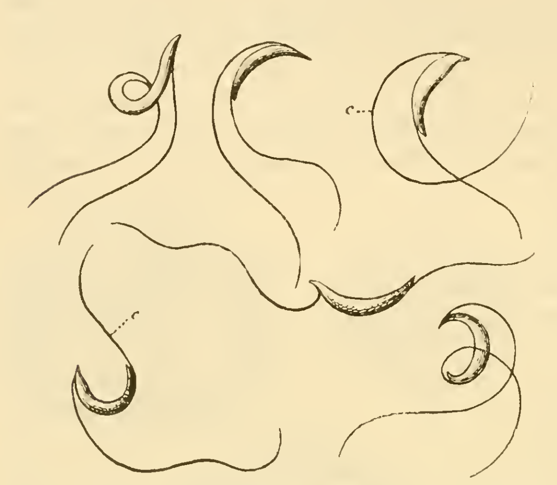


Fig. 8. — Microgamètes libres d'*Echinospora*, représentés en mouvement pour mettre en évidence les deux flagellums *c*. D'après Léger.

Les flagellums des microgamètes ont été découverts par Léger chez *Barrouxia caudata*, parasite de *Lithobius Martini* ; ils ont été revus par von Wasielewski chez la Coccidie de l'intestin du Lapin, ainsi que chez *Coccidium Schneideri*, de l'intestin de *Lithobius forficatus* ; leur évolution a été suivie par Schaudinn chez *Coccidium Schubergi*. On peut donc conclure à leur existence générale dans tout le groupe des Coccidies ; toutefois, ils font défaut dans certains types : tel est le cas pour *Adelea ovata* A. Schneider et pour *Legeria*

octopiana (A. Schneider), dont les microgamètes sont très longs et se déplacent à l'aide de mouvements serpentiformes (1).

L'insertion des deux flagellums est variable. Chez *Echinospora* (fig. 8), ils s'attachent sur la face convexe, l'antérieur à la base du rostre, le postérieur à la base de la petite masse de protoplasma hyalin ; chez *Coccidium Schubergi*, la disposition est identique, si ce n'est que le postérieur est sur le prolongement direct du corps; chez *Barrouxia caudata* et *Coccidium cuniculi*, ils s'insèrent tous les deux à l'extrémité antérieure. Les deux flagellums sont dirigés en arrière ; l'antérieur, qui se forme le premier, est généralement le plus long ; il est sans cesse en mouvement et s'agite en tous sens. Le postérieur est généralement plus court et plus épais que le précédent ; il accomplit des mouvements moins étendus, mais ses ondulations sont très actives ; chez certaines espèces telles que *Coccidium Schubergi*, il reste pourtant à peu près inactif.

Ainsi constitué, le microgamète a une ressemblance frappante avec le spermatozoïde des animaux supérieurs et avec l'anthérozoïde des Mousses : il se déplace avec agilité, en arc de cercle ou en hélice et ses mouvements de rotation lui permettent de pénétrer aisément dans les corps étrangers : on peut le voir, par exemple, s'enfoncer violemment dans les cellules épithéliales et se déplacer dans leur plasma, à la recherche d'un macrogamète.

Le microgamétocyte arrive à maturité plus rapidement que le macrogamète, ainsi que Schaudinn l'a reconnu par l'infestation expérimentale de *Lithobius forficatus* au moyen du *Coccidium Schubergi*. Cinq à six jours après l'infestation, il s'est déjà produit plusieurs générations successives de schizontes : les cellules sexuelles commencent alors à se différencier ; les macrogamètes sont encore très petits, tandis que les microgamétocytes sont déjà en voie de multiplication nucléaire. Du sixième au septième jour, les macrogamètes arrivent à maturité, alors que les microgamètes sont déjà libres et frétillent dans le contenu de l'intestin.

FÉCONDATION. — Ce phénomène n'a pas encore été observé chez la Coccidie du foie du Lapin, mais on ne saurait douter qu'il ne s'y accomplisse, sauf des variations secondaires, de la même façon que

(1) Le genre *Benedenia* Diesing, 1858, ayant la priorité sur les genres *Vanbenedenia* Malm, 1860 et 1863, *Benedenia* Gray, 1864, et *Benedenia* A. Schneider, 1875, peut seul être maintenu dans la nomenclature zoologique. Nous proposons le nom de *Legeria*, en l'honneur du professeur Léger, de l'Université de Grenoble, pour les Coccidies jusqu'à présent rangées dans le genre *Benedenia*.

chez les autres Coccidies. Étudions-le donc avec Schaudinn chez le *Coccidium Schubergi*.

Les microgamètes qui frétillent à l'entour d'un macrogamète non mûr, c'est-à-dire encore pourvu de son caryosome, ne sont nullement influencés par celui-ci : ils passent à sa portée, le touchent même, sans avoir l'air de soupçonner sa présence. Dès que le caryosome a été expulsé et que les gouttelettes résultant de son explosion sont venues sourdre à la surface du macrogamète, la scène change instantanément : tous les microgamètes voisins se précipitent en hâte sur le macrogamète et l'entourent de toutes parts. L'attraction chimiotactique qui se manifeste alors est si puissante, qu'elle s'exerce même quand le macrogamète est encore contenu dans la cellule epithéliale : les gamètes mâles traversent celle-ci par effraction, pour venir au contact du gamète femelle. Le nombre des microgamètes ainsi attirés n'est d'ailleurs pas indéfini, il ne dépasse pas une moyenne de 12 à 14, comme si ce nombre suffisait à absorber les émanations du caryosome ; au-delà de ce nombre, l'attraction ne se fait plus sentir.

Cependant, le noyau du macrogamète s'est arrondi, a acquis un contour plus net et a quitté le centre pour se rapprocher de la surface ; les gouttelettes provenant de la destruction du caryosome commencent à se dissoudre et vont bientôt disparaître. Par le point de sa surface qui est le plus proche du noyau, le macrogamète se soulève alors en une petite saillie, qui devient le siège de lents mouvements amiboïdes. Cette saillie est constituée par du protoplasma hyalin, qui s'enfonce jusqu'au noyau ; elle devient un centre spécial d'attraction, car à peine est-elle formée que les microgamètes, jusque-là épars autour du gamète femelle, se portent tous vers elle, le rostre tourné en avant (fig. 5, 13). Dès que l'un d'eux l'a touchée, le plasma se rétracte vivement en un infundibulum et l'entraîne à sa suite. La dépression ainsi produite est aussitôt comblée par une substance très réfringente ; il apparaît en même temps autour du macrogamète une très mince couche hyaline et réfringente, qui s'organise rapidement en une épaisse membrane. Il ne pénètre qu'un seul microgamète dans le macrogamète : tous les autres, désormais inutiles, ralentissent bientôt leurs mouvements et reposent sur la membrane d'enveloppe par leur face concave ; ils meurent et s'agglutinent en une masse irrégulière de chromatine qui reste longtemps adhérente à la membrane (fig. 3, 14). Le macrogamète est alors à l'état de *copula*.

Le microgamète fécondant arrive au contact du noyau du macro-

gamète, mais ne se fusionne pas d'emblée avec lui : il se ramasse sur lui-même et prend l'aspect d'un corpuscule irrégulier, compact, réfringent, qui se colore fortement par les réactifs (fig. 5, 14). Cependant, le noyau du macrogamète s'allonge en fuseau et son réseau de chromatine se dispose en filaments parallèles ; le résidu du microgamète garde toujours le même aspect. Il devient bientôt moins compact, granuleux et ses granules se disposent aussi en lignes parallèles qui se mettent à la suite de celles du noyau. De cette manière s'organise un grand noyau fusiforme, qui traverse le macrogamète dans toute sa largeur et que parcourent d'un pôle à l'autre les filaments de chromatine : on dirait un fuseau nucléaire préludant à la division caryocinétique de la cellule, et c'est ainsi en effet que cette figure a été tout d'abord interprétée par A. Schneider et Labbé. Elle indique, en réalité, que la copulation est achevée et que l'*oocyste* ou *sporonte* est constitué : c'est le prélude de la *sporogonie* ou multiplication par voie sexuée.

Sporogonie. — La sporogonie aboutit à la formation de spores durables qui sont rejetées au dehors et assurent la dissémination de la Coccidie, ainsi que sa pénétration dans l'organisme d'animaux encore sains. Elle se fait ordinairement au dehors, l'oocyste étant expulsé peu de temps après la copulation ; d'autres fois, elle s'accomplit en totalité ou en partie dans l'organisme, par exemple quand l'oocyste provient de Coccidies qui étaient enfouies dans la profondeur de l'épithélium. Dans l'un et l'autre cas, les phénomènes sont les mêmes.

Le noyau du sporonte reste longtemps à l'état fusiforme ; au bout de vingt-quatre heures environ, il commence à se modifier : la disposition de la chromatine en filaments parallèles disparaît totalement et le noyau se ramasse sur lui-même, dans l'espace de trois à quatre heures, sous l'aspect d'un corps sphérique et central, dépourvu de paroi propre, mais entouré d'une zone claire. Cette dernière est manifestement constituée par un liquide que le noyau expulse à mesure qu'il se contracte.

Puis le noyau se porte à la périphérie : il y subit des modifications cytologiques compliquées, s'allonge dans le sens tangentiel, s'étrangle (fig. 5, 16) et se divise en deux moitiés égales. Les deux noyaux-filles s'arrondissent, puis se divisent à leur tour, en s'allongeant aussi dans le sens tangentiel, mais suivant un plan perpendiculaire à celui de la première division. Finalement, chaque quadrant de la sphère renferme donc un noyau (fig. 5, 17). Cette division nucléaire

rappelle celle du macronucléus des Infusoires ; en l'absence de tout caryosome, elle diffère notablement de celle qui s'opère au début de la schizogonie.

Pendant que ces phénomènes s'accomplissent, le protoplasma se contracte et s'écarte de la paroi de l'oocyste ; l'espace libre est rempli par un liquide qui ne vient pas du dehors, en raison de la parfaite imperméabilité de la membrane, mais a été exprimé par le

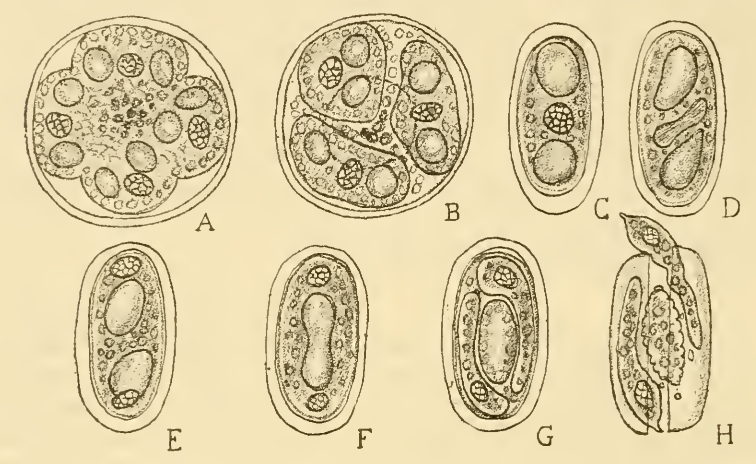


Fig. 9. — Développement des sporozoïtes observé à l'état vivant chez *Coccidium Schubergi*, d'après Schaudinn. — A, B, formation des sporoblastes ; C-G, formation des sporozoïtes ; H, éclosion des sporozoïtes. — A-B × 1000 ; C-H × 1500.

protoplasma contracté. Quand les quatre noyaux-filles sont produits, ce dernier présente à sa surface de très lents mouvements amiboïdes ; puis quatre saillies équidistantes apparaissent, entre lesquelles le protoplasma se divise simultanément en quatre fragments. Ceux-ci sont les *sporoblastes* : ils s'allongent, prennent une forme elliptique, s'entourent d'une double membrane et se transforment ainsi en *sporocystes* (fig. 5, 18).

Nous avons vu déjà que chaque sporocyste produit finalement deux sporozoïtes et un corps résiduel ; il est intéressant de voir par quel processus ils prennent naissance.

Au cours de la multiplication nucléaire, on observe que les granulations plastiques du protoplasma deviennent moins nombreuses ; à mesure qu'elles s'effacent, on voit apparaître, comme si les unes dérivaient des autres, des gouttelettes très pâles qui s'accumulent d'abord au centre du sporonte, puis se déplacent quand celui-ci

exécute ses mouvements amiboïdes. Grâce à cette circonstance, les gouttelettes se rencontrent, crèvent les unes dans les autres et deviennent ainsi plus grosses et moins nombreuses. Finalement, il subsiste huit grosses vésicules sphériques, qui se groupent par deux auprès de chaque noyau-fille (fig. 9, A). La division protoplasmique achevée, chaque sporoblaste renferme donc un noyau central et deux vésicules polaires (fig. 9, B-C).

C'est le moment où les sporozoïtes vont se différencier : le noyau s'allonge obliquement (D), se dédouble et chacune de ses moitiés se porte vers le pôle correspondant (E) ; par un mouvement inverse, les deux vésicules quittent les pôles, se rapprochent du centre, entrent en contact et finalement se fusionnent en une seule (F). Cette grosse vésicule centrale ne fixe pas les matières colorantes ; elle est soluble dans les acides et se gonfle par les acides dilués.

Le protoplasma se divise alors en long, tout en s'isolant de la vésicule centrale ; il donne ainsi naissance aux deux sporozoïtes et à une masse résiduelle qui se dissout rapidement (fig. 5, 19 ; fig. 9, G). On conçoit donc que, suivant le moment où l'observation est faite, on puisse noter ou non la présence d'un résidu à l'intérieur du sporocyste : ainsi s'expliquent les divergences des auteurs sur ce point.

Le cycle évolutif de la Coccidie est désormais achevé ; il consiste, comme on voit, en une véritable génération alternante. La schizogonie constitue une évolution asexuée, analogue à la parthénogénèse des Arthropodes et à la scissiparité des Infusoires. Au contraire, la fusion du microgamète avec le macrogamète est une véritable fécondation : les phénomènes intimes qui l'accompagnent sont à peu près identiques à ceux qui se passent dans l'ovule des Métazoaires, lors de la pénétration du spermatozoïde, puis lors de la fusion du pronucléus mâle avec le pronucléus femelle. Ce phénomène est également comparable à la conjugaison des Infusoires, qui intervient quand l'organisme est épuisé par une série de reproductions par division.

Variations du type évolutif. — Nous venons de suivre l'évolution d'une Coccidie appartenant au genre *Coccidium*. D'un genre à l'autre, et même d'une espèce à l'autre, dans les limites d'un même genre, les phénomènes évolutifs subissent des variations dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer, mais dont nous devons néanmoins citer quelques exemples caractéristiques.

On sait que, chez *Coccidium Schubergi*, le noyau du macrogamète

en voie de maturation rejette son caryosome dans le corps cellulaire, où il fait explosion et d'où il est finalement expulsé à l'état de gouttelettes ; le caryosome du microgamétocyte reste au contraire dans la cellule et s'y détruit progressivement, sans prendre aucune part à la multiplication nucléaire et à la formation des noyaux-filles, desquels dérivent les microgamètes. Chez *Adelea ovata* A. Schneider, 1879, et *Coccidium Lacazei* (Labbé, 1895), parasites

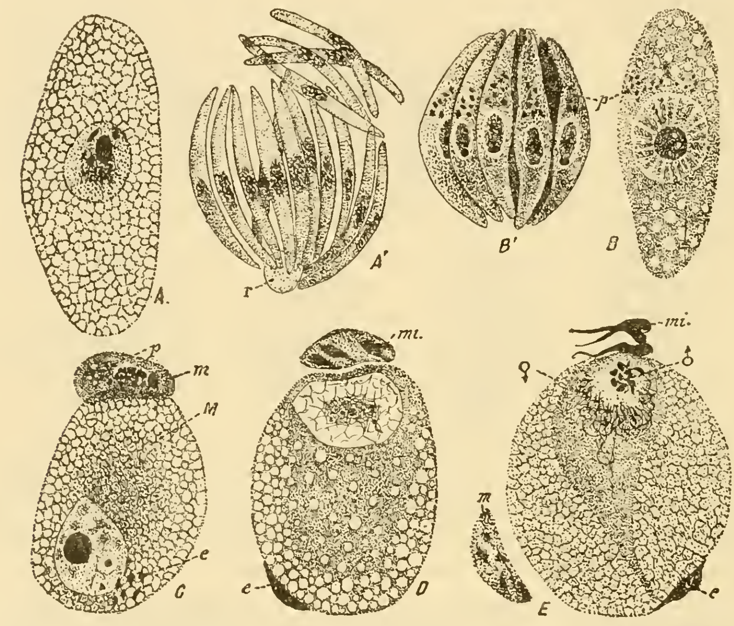


Fig. 10. — Quelques stades de l'évolution d'*Adelea ovata*, d'après Siedlecki. — A, schizonte ♀; A', mérozoïtes ♀ nés par schizogonie; B, schizonte ♂; B', mérozoïtes ♂ nés par schizogonie; C, macrogamète ♀M. dont le noyau a rejeté une partie de sa chromatine *e* et a la surface duquel est accolé un microgamétocyte *m*, chargé de pigment *p*; D, le microgamétocyte a à sa surface quatre microgamètes; E, fécondation : *e*, chromatine rejetée par le noyau ; *m*, masse résiduelle du microgamétocyte; *mi*, trois microgamètes non utilisés; la chromatine femelle ♀ forme une sorte de couronne autour de la chromatine mâle ♂.

l'un et l'autre de l'intestin de *Lithobius forficatus*, les choses se passent autrement : le caryosome se retrouve encore dans le noyau du macrogamète fécondé et ne se dissout que quand la fusion du microgamète avec le noyau est complète ; chez la dernière espèce, une partie du noyau est rejetée ultérieurement. Quant au caryosome

du microgamétocyte, il se multiplie un grand nombre de fois par division et par gemmation : quand est venu le moment de la multiplication nucléaire, ces caryosomes-filles se portent à la périphérie de la Coccidie, puis ils exercent une sorte d'attraction sur les fragments de substance chromatique qui viennent se disposer autour d'eux, de manière à constituer les noyaux-filles.

Des variations beaucoup plus importantes peuvent également s'observer. Chez *Adelea ovata*, d'après Siedlecki, les sporozoïtes se différencient d'emblée suivant deux directions : ils produisent d'une part des sporontes de grande taille ou femelles (fig. 10, A), desquels dérivent des mérozoïtes (A') accompagnés d'un reliquat (*r*), et d'autre part des sporontes de petite taille ou mâles (B), chargés d'un pigment brunâtre (*p*), qui donnent par division totale, sans reliquat, des mérozoïtes également pigmentés (B'). Ces deux sortes de mérozoïtes peuvent être le point de départ de plusieurs générations schizogoniques en nombre indéterminé. Finalement, du mérozoïte femelle (A') dérive le macrogamète (C), tandis que le mérozoïte mâle (B') produit le microgamétocyte (*m*). Celui-ci devient mobile avant d'avoir atteint sa maturité : il tombe dans la lumière du tube digestif et se porte sur un macrogamète (C), au contact duquel il produit quatre microgamètes (D) ; un seul de ces derniers fécondera l'élément femelle. La copulation achevée, le microgamétocyte (E, *m*) et les trois microgamètes non utilisés (*mi*) meurent et se détruisent sur place.

En somme, il s'agit ici d'une complication plus grande que chez les *Coccidium*. La sexualité ne se manifeste chez ce dernier que lorsque la schizogonie a pris fin, c'est-à-dire au moment de l'apparition des gamètes ; les schizontes sont tous semblables entre eux et en état d'indifférence sexuelle ou, si l'on veut, sont hermaphrodites, puisqu'ils sont doués virtuellement des deux sexes. Ici, au contraire, l'hermaphroditisme n'existe plus ; les deux sexes sont portés par deux individus distincts : d'où, dès le début de l'évolution, un remarquable dimorphisme.

Chez *Legeria octopiana*, parasite de la couche sous-muqueuse de l'estomac de la Seiche, l'évolution est très simplifiée : la schizogonie fait totalement défaut ; les sporozoïtes se transforment directement soit en macrogamètes, soit en microgamétocytes. En l'absence de mérozoïtes, on doit admettre que l'auto-infestation se fait au moyen de sporocystes qui, tombés dans l'estomac, y éclatent et livrent passage à des sporozoïtes capables de pénétrer immédiatement dans la couche sous-muqueuse, en traversant l'épithélium.

Ces quelques faits suffisent à montrer quelle diversité présente l'évolution des Coccidies : elle est bien loin d'être aussi simple qu'on l'avait admis jusqu'à ces derniers temps.

Classification des Coccidies.

Avant la découverte du dimorphisme des Coccidies, on considérait la phase schizogonique ou stade eimérien de leur évolution comme représentant des formes génériquement et spécifiquement distinctes. D'après cette conception, on a introduit dans la nomenclature un certain nombre de genres qui ne peuvent y être maintenus désormais. Les découvertes récentes nous amènent donc à une révision complète de l'ordre des Coccidies.

La première classification de ces Sporozoaires a été proposée par A. Schneider qui, dès 1881, les divisait en trois tribus, comme suit :

1° Tout le contenu du kyste se transforme en une spore unique : **Monosporées.**

Corpuscules au nombre de quatre.. *Orthospora* A. Schneider, 1881.
Corpuscules en nombre indéfini.... *Eimeria* A. Schneider, 1875.

2° Le contenu du kyste se convertit en un nombre constant et défini de spores : **Oligosporées.**

Deux spores (Disporées) :
Corpuscules en nombre défini...... *Cyclospora* A. Schneider, 1881.
Corpuscules en nombre indéfini.... *Isospora* A. Schneider, 1881.

Quatre spores (Tétrasporées) :
Un seul corpuscule (1)............ *Coccidium* Leuckart, 1879.

3° Le contenu du kyste se convertit en un grand nombre de spores (**Polysporées**)........ .... *Klossia* A. Schneider, 1875.
(*Benedenia* A. Schneider, 1875).

Grâce à l'adjonction de genres nouveaux, dont quelques-uns sont insuffisamment caractérisés, cette classification est allée en se compliquant, sans que ses grandes divisions aient subi des modifications importantes. En 1899, A. Labbé adoptait les divisions suivantes :

A. — Archispores en nombre illimité.. 1er sous-ordre : **Polyplastina.**

a. — Sporozoïtes naissant de spores issues des archispores ... . 1re tribu : P. digenica.

1 { Spores avec appendices terminaux.... *Minchinia* Labbé, 1896
  { Spores sans appendices terminaux... 2.

(1) A. Schneider croyait alors que le sporocyste des *Coccidium* ne renfermait qu'un seul sporozoïte.

2	Kystes avec sporoductes..........	*Gymnospora* Moniez, 1886.
	Kystes sans sporoductes..........	3.
3	Spores sphériques..................	4.
	Spores ellipsoïdes ou ovoïdes........	5.
4	Plus de 2 sporozoïtes par spore.....	*Klossia* A. Schneider, 1875.
	Spore dizoïque....................	*Adelea* A. Schneider, 1875.
5	2 à 4 sporozoïtes par spore..........	*Hyaloklossia* Labbé, 1896.
	Spore monozoïque..................	6.
6	Spore à endospore simple...........	*Barrouxia* A. Schneider, 1885.
	Spore à endospore villeuse..........	*Echinospora* Léger, 1897.
	b. — Sporozoïtes naissant directement des archispores......................	2e tribu : P. MONOGENICA.
1	Sporozoïtes en forme d'épingle.....	*Rhabdospora* Laguesse, 1895.
	Sporozoïtes falciformes.............	2.
2	Sporozoïtes très nombreux, orientés autour de plusieurs reliquats.......	*Pfeifferella* Labbé, 1899.
	Sporozoïtes peu nombreux, orientés en méridiens autour d'un seul reliquat.	3.
3	Parasites des Reptiles..............	*Gonobia* Mingazzini, 1892.
	Parasites des Mammifères et des Arthropodes........................	*Eimeria* A. Schneider, 1875.
	B. — Archispores en nombre limité ..	2e sous-ordre: **Oligoplastina.**
	a. — 4 spores dizoïques...........	1re tribu : TETRASPOREA.
1	Spore pyramidale...................	*Crystallospora* Labbé, 1896.
	Spore sphérique ou ovoïde...........	2.
2	Spore bivalve, déhiscente...........	*Goussia* Labbé, 1896.
	Spore simple, non déhiscente........	*Coccidium* R. Leuckart, 1879.
	b. — 3 spores dizoïques............	2e tribu : TRISPOREA.
	Un seul genre.....................	*Bananella* Labbé, 1895.
	c. — 2 spores avec un nombre variable de sporozoïtes....................	3e tribu : DISPOREA.
1	Plus de 4 sporozoïtes par spore......	*Isospora* A. Schneider, 1881.
	2 ou 4 sporozoïtes par spore.........	2.
2	Spore dizoïque....................	*Cyclospora* A. Schneider, 1881.
	Spore tétrazoïque..................	*Diplospora* Labbé, 1893.

Dans ce tableau, les sporoblastes sont désignés sous le nom d'*archispores* et les sporocystes sous celui de *spores*; ces dernières sont monozoïques, dizoïques, etc., suivant qu'elles renferment un, deux, etc. sporozoïtes.

Cette classification ne diffère de celle de A. Schneider que par l'addition d'un certain nombre de genres récents et par la réunion



des Polysporées (*Polyplastina digenica* Labbé) et des Monosporées (*Polyplastina monogenica* Labbé) en un même groupe des Polyplastidées. On doit la compléter par l'adjonction du genre *Caryophagus* Steinhaus, 1889, que Labbé rattache à tort aux Gymnosporidies et qui doit rentrer dans la tribu des Monosporées, à côté du genre *Eimeria*. Peut-être faut-il aussi rattacher à ce même groupe les deux genres *Molybdis* Pachinger, 1886, et *Cretya* Mingazzini, 1892, insuffisamment connus. On doit en revanche supprimer la tribu des Trisporées, établie d'après l'unique espèce *Bananella Lacazei* Labbé, de l'épithélium intestinal de *Lithobius forficatus* ; cette forme, dont Labbé dit lui-même qu'elle a parfois quatre spores, est une simple anomalie; elle rentre dans le genre *Coccidium* et doit prendre le nom de *Coccidium Lacazei* (Labbé, 1895).

La connaissance du dimorphisme doit avoir pour conséquence une simplification de la classification ci-dessus. Les Monosporées ne représentent que l'une des phases de l'évolution des Coccidies; elles doivent donc disparaître.

Cette suppression soulève une question de nomenclature : puisque les genres *Eimeria* et *Coccidium* deviennent synonymes, lequel de ces deux noms doit être maintenu ? A ne s'en tenir qu'à la comparaison des dates auxquelles ces deux genres ont été créés, le nom de *Coccidium*, plus récent, devrait disparaître. Mais n'oublions pas que, dans l'évolution des Coccidies, la sporogonie seule présente une grande fixité : le nombre des sporocystes et des sporozoïtes constitue un excellent caractère générique. D'autre part, la sporogonie existe chez tous les types, tandis que la schizogonie fait défaut chez quelques-uns; quand elle existe, celle-ci présente d'ailleurs des variations considérables. Les Coccidies se trouvent ainsi dans le cas de ces Vers à métamorphoses et à migrations, qui diffèrent très notablement à l'état larvaire (*Cysticercus*, *Cœnurus*, *Echinococcus*), mais ont une assez grande ressemblance à l'état adulte pour qu'on puisse légitimement les réunir dans le seul genre *Tænia*. Il y a donc lieu d'invoquer ici l'exception à la loi de priorité qui a été admise en faveur des animaux à métamorphoses et à migrations et de conserver, par conséquent, le genre *Coccidium* qui représente, en quelque sorte, l'état adulte et définitif.

D'après ces considérations, la classification actuelle des Coccidies doit donc être établie comme l'indique ce tableau :

L'oocyste contient :

2 sporocystes	**Disporocystidae.**
Sporocyste dizoïque	*Cyclospora* Schneider.
Sporocyste tétrazoïque..............	*Isospora* Schneider.
4 sporocystes.........................	**Tetrasporocystidae.**
Sporocyste dizoïque, sphérique ou ovale	*Coccidium* Leuckart.
Sporocyste dizoïque en forme de double pyramide	*Crystallospora* Labbé.
n sporocystes	**Polysporocystidae.**
Oocyste avec sporoductes............	*Gymnospora* Moniez.
Oocyste sans sporoductes :	
Sporocyste monozoïque............	*Barrouxia* Schneider.
Sporocyste dizoïque..............	*Adelea* Schneider.
Sporocyste trizoïque, sphérique, sans schizogonie................	*Legeria* R. Blanchard.
Sporocyste tétrazoïque, sphérique, avec schizogonie................	*Klossia* Schneider.
Sporocyste di- ou tétrazoïque, ovale.	*Hyaloklossia* Labbé.

Nous admettons donc trois familles, basées sur le nombre de sporocystes contenus dans l'oocyste :

1° Disporocystidées (*Disporées* A. Schneider, 1881; *Oligosporées disporées* A. Labbé, 1899 ; *Disporocystées* Mesnil, 1899 ; *Disporides* Léger, 1899). — Mesnil est d'avis que le genre *Diplospora* Labbé doit être réuni au genre *Isospora* Schneider.

2° Tétrasporocystidées (*Tétrasporées* A. Schneider, 1881 ; *Oligosporées tétrasporées* A. Labbé, 1899 ; *Tétrasporocystées* Mesnil, 1899 ; *Tétrasporides* Léger, 1899). — Le genre *Goussia* Labbé doit être réuni au genre *Coccidium*.

3° Polysporocystidées (*Polysporées* A. Schneider, 1881 ; *Polyplastidées digénétiques* A. Labbé, 1899; *Polysporocystées* Mesnil, 1899; *Polysporides* Léger, 1899). — Les genres *Echinospora* Léger et *Diaspora* Léger doivent être réunis au genre *Barrouxia* Schneider ; le genre *Minchinia* Labbé est incorporé au genre *Adelea* Schneider.

Action pathogène des Coccidies.

La *coccidiose* se manifeste à des degrés très divers chez les différentes espèces animales : elle peut aller en s'aggravant et mettre l'existence en danger ou, au contraire, guérir spontanément au bout d'un certain temps. Ces variations ne résultent pas seulement

des conditions inhérentes à l'espèce animale qui est envahie par la maladie; elles tiennent encore à la nature même des parasites, dont la virulence est très inégale, et au siège qu'ils occupent: il en résulte que ceux-ci se multiplient simplement sur place et causent une affection purement locale ou se disséminent dans l'organisme par le moyen des voies sanguines et lymphatiques et causent une affection généralisée. Comme c'est la règle pour les autres maladies infectieuses, il y a donc des coccidioses bénignes et transitoires, et d'autres particulièrement graves.

Chez des *Lithobius* infectés expérimentalement avec le *Coccidium Schubergi*, Schaudinn a vu les premiers kystes apparaître dans les selles au bout du septième jour : l'évolution du parasite exige donc une semaine. A partir de ce moment, les kystes se montrent chaque jour de plus en plus nombreux dans les excréments, ce qui démontre une très active multiplication schizogonique. Vient-on à tuer un Myriapode à cette période, presque tout l'épithélium se montre envahi: autant dire qu'il est détruit presque en totalité, puisque toute cellule parasitée est vouée à une mort certaine. On peut ne pas trouver une seule cellule saine et même trouver plusieurs Coccidies dans une même cellule. Dans ces conditions excessives, la nutrition se fait d'autant plus mal que l'épithélium ne se régénère qu'avec lenteur : le *Lithobius* est très affaibli, il reste inerte et répond à peine par quelques mouvements aux excitations; il finit souvent par succomber. D'autres fois, l'animal surmonte cet état critique: il redevient plus actif, son état s'améliore rapidement, les oocystes deviennent de plus en plus rares et, déjà vers le quinzième jour, on n'en trouve plus dans les selles. Sacrifie-t-on le Myriapode au vingtième jour, on ne trouve plus trace de Coccidies dans son épithélium intestinal, qui d'ailleurs est intact: la maladie a donc guéri spontanément.

Des phénomènes tout-à-fait comparables s'observent chez les Lapins envahis par le *Coccidium cuniculi*. Grâce à une schizogonie très active, les lésions peuvent se propager à une grande partie des canaux biliaires et provoquer un papillome villeux très étendu, avec dilatation des canaux et hypertrophie conjonctive de leurs parois. Ces lésions déterminent une compression du tissu hépatique et divers troubles fonctionnels, comme il sera dit plus loin. Cette coccidiose aiguë est très meurtrière pour les jeunes Lapins. Cependant, les animaux infectés guérissent dans une notable proportion ; quand on les tue à l'âge adulte, ils ont l'épithélium de l'intestin et des voies biliaires absolument intact,

et seuls de vieux foyers cicatrisés, épars à la surface ou dans l'épaisseur du foie, témoignent d'une ancienne infestation.

Dans tous ces cas, la guérison spontanée tient à ce que la schizogonie ne dure qu'un temps, variable suivant les espèces, et aboutit finalement à la sporogomie. Si aucune infection nouvelle n'intervient, toutes les Coccidies finissent donc par être expulsées sous la forme d'oocystes et de la sorte la coccidiose prend fin spontanément.

Les choses se passent sûrement ainsi dans la plupart des cas où les Coccidies sont exclusivement localisées aux épithéliums. Mais ces parasites peuvent aussi se fixer dans le tissu conjonctif et, dans ces circonstances, ils sont souvent capables de se répandre dans divers organes ou même dans tout le corps. Les mérozoïtes se laissent alors entraîner par les vaisseaux lymphatiques et sanguins, comme l'observation de Posadas, rapportée plus loin, le démontre avec la dernière évidence. Laveran admet toutefois, chez les Poissons, un autre mode de transport : il a reconnu que les Coccidies du rein et de la rate du Goujon sont toujours à l'intérieur d'une Myxosporidie : aussi pense-t-il que c'est cette dernière qui, grâce à ses mouvements amiboïdes, a transporté la Coccidie depuis l'intestin jusqu'au rein ou à la rate. Nous croirions plutôt que le déplacement du parasite s'est effectué, ici encore, le long des voies circulatoires et que la Myxosporidie a englobé la Coccidie tout comme l'eut fait une cellule géante.

L'oocyste, rejeté au dehors avec les déjections, se dissémine dans la nature de mille façons : c'est lui qui, avalé fortuitement avec l'eau de boisson, avec la poussière qui souille les aliments ou avec les légumes, va pénétrer dans le tube digestif et être le point de départ de l'infection. Nous avons déjà insisté sur ces faits et démontré que les Coccidies nous envahissent le plus ordinairement par la voie digestive. Toutefois, il se peut que certaines Coccidies soient capables de s'introduire dans l'organisme animal par inoculation : nous n'en avons actuellement aucune preuve directe, mais tel est, semble-t-il, le cas pour les *Coccidioides*, organismes encore énigmatiques, qui sont incontestablement apparentés aux Sporozoaires. Tout n'est donc pas dit encore sur la façon dont ceux-ci se multiplient et se propagent.

Nous abordons maintenant l'étude particulière de la coccidiose : pour limiter notre sujet, nous nous bornerons à étudier les cas jusqu'à présent observés chez l'Homme.

Maladies faussement attribuées aux Coccidies.

Diverses tumeurs épithéliales malignes, comme le cancer, la maladie de Paget, la « psorospermose folliculaire végétante », l'épithélioma, le molluscum contagiosum, présentent, à l'intérieur des éléments néoplasiques, certaines productions qu'on a considérées comme de véritables parasites et auxquelles on a même donné des noms : par exemple, on a décrit tour à tour, dans le carcinome, un *Rhopalocephalus carcinomatosus* Korotnev, 1893, un *Coccidium sarcolytus* L. Pfeiffer, 1893, et un *Cytozoon neoplasmatis* Podvissotzky, 1896.

Les avis sont très partagés à l'égard de ces productions : Bosc veut y voir effectivement des Sporozoaires, mais Sanfelice et d'autres croient plutôt y reconnaître des Levures, tandis que Fabre-Domergue, Borrel et d'autres s'accordent à interpréter ces productions comme le résultat d'une simple dégénérescence cellulaire. Cette dernière opinion nous paraît être la plus exacte ; du moins, il est certain que les pseudo-coccidies des néoplasmes ne sont point des Sporozoaires : on ne trouve jamais de caryosome à leur intérieur et elles ne subissent pas une évolution identique ou même simplement comparable à la schizogonie des vraies Coccidies.

On a encore attribué la variole et la vaccine à des Sporozoaires : citons le *Monocystis epithelialis* L. Pfeiffer, 1887, les *Cytoryctes variolae*, *vaccinae* et *equinae* Guarnieri, 1892, l'*Amœbosporidium* L. Pfeiffer, 1895.

Peters admet que les Coccidies peuvent causer ou du moins compliquer la diphtérie : dans six cas mortels, observés chez des individus de trois à seize ans, il trouve constamment, dans les membranes rejetées pendant la vie et provenant du larynx et de la trachée, des corpuscules encapsulés qui lui semblent être des Coccidies. Klebs distingue plusieurs sortes d'atrophie rouge aiguë du foie : dans l'une d'elles, on trouve certaines cellules jaunes, qu'il est enclin à considérer comme des parasites, par exemple comme des « Grégarines ». Enfin, Cunningham et Firth attribuent à un parasite analogue à celui qui a été décrit dans le carcinome l'ulcère connu sous le nom d'*oriental sore*, qui s'observe dans le Sind, le nord-ouest des Indes et l'Afghanistan.

Cas de Coccidiose vraie observés chez l'Homme.

Certaines observations doivent être rapportées aux Coccidies, mais sans qu'il soit possible de les classer d'une manière satisfaisante.

1° Lindemann attribue à « de grandes colonies de sphères psorospermiques » des tubercules brunâtres longs de 2 à 3^{mm}, hauts de 1^{mm} à 1^{mm},5, qu'il a trouvés au voisinage et sur le bord même de perforations présentées par les valvules sigmoïdes de l'aorte et par la valvule mitrale d'un individu mort d'anasarque. Ces sortes de tubercules étaient réunis par groupes de 15 à 18 dans le tissu conjonctif des valvules ; les perforations de celles-ci résultaient apparemment de leur rupture.

2° Chez un autre individu mort du mal de Bright, Lindemann a vu dans la tunique albuginée du rein des « colonies de Psorospermies » grosses comme une tête d'épingle. Les divers individus étaient plus gros que dans le cas précédent. « Ils consistaient en une membrane extraordinairement fine et un contenu granuleux ; on ne voyait de noyau dans aucune sphère. En outre des granulations, on pouvait distinguer aussi dans le contenu de ces sphères les spores fusiformes ou pseudo-navicelles assez caractéristiques. Celles-ci se trouvaient aussi répandues en dehors des sphères, dans la substance du tissu conjonctif. Les fibrilles conjonctives et les fibres élastiques entouraient en arc les diverses sphères de la colonie et formaient ainsi des cavités particulières pour les loger. Les cellules conjonctives fusiformes étaient normales et sans modification. »

3° Suivant Podvissotzky, on trouverait fréquemment dans le foie une Coccidie siégeant aussi bien dans le noyau que dans le protoplasma des cellules hépatiques ; il lui donne, pour cette raison, le nom de *Caryophagus hominis*. Cette Coccidie prendrait l'aspect d'un corps ovalaire, pourvu d'une épaisse membrane et renfermerait « une ou plusieurs spores » ; elle causerait une hypertrophie excessive du noyau, puis sa destruction complète, en même temps que l'atrophie pigmentaire et la fonte de la cellule entière. Ces phénomènes s'accompagneraient d'une irritation du tissu conjonctif inter et intralobulaire, amenant la prolifération de ce dernier, la cirrhose du foie et l'ictère.

4° En 1860, Virchow trouvait à la surface du foie d'une vieille femme une tumeur large de 9 à 11 millimètres, entourée de tissu

conjonctif condensé et constituée par un amas de kystes ovales. Ceux-ci étaient longs de 56 μ en moyenne et pourvus de deux membranes, l'externe épaisse, l'interne très délicate ; leur contenu consistait en de nombreux corpuscules arrondis, qu'on doit considérer comme des sporoblastes, aspect qui induisit Virchow en erreur et lui fit prendre les kystes en question pour des œufs de Linguatule en voie de segmentation. Dressler a vu aussi, tout près de l'arête du foie, trois nodules d'assez grande taille, renfermant des Coccidies longues d'environ 20 μ.

5° Chez un enfant mort-né, dont les poumons étaient d'une taille considérable, Severi trouva le parenchyme pulmonaire infiltré d'un grand nombre de corpuscules plus ou moins ovales, ordinairement groupés dans des cavités plus ou moins régulières, creusées dans le parenchyme ; d'autres étaient isolés au milieu d'un tissu de structure normale. Les plus grands mesuraient 26 à 30 μ sur 12 à 15 μ, les plus petits 3 à 4 μ sur 1 μ 5 à 2 μ ; on voyait d'ailleurs toutes les dimensions intermédiaires.

Ces corpuscules étaient d'une teinte variant du rose au rouge obscur, suivant leur taille ; leur membrane d'enveloppe était peu épaisse. Les plus grands avaient leur masse protoplasmique infiltrée de granules sans forme définie, de taille variable et réunis pour la plupart suivant le grand axe ; on voyait parfois un noyau excentrique, gros comme une hématie et granuleux. Des corpuscules de la plus petite sorte se trouvaient aussi parfois à l'intérieur des cellules épithéliales ; on les aurait même vus dans les vaisseaux sanguins, ce qui porte à croire que le parasite a dû venir par le torrent circulatoire, en traversant le placenta. Severi le considère comme une « Grégarine monocystidée » ; c'est sans doute « Coccidie monosporée » qu'il a voulu dire.

Eimeria hominis R. Blanchard, 1895.

Faute de connaître sa phase sporogonique, nous conserverons provisoirement la dénomination ci-dessus à ce parasite, qui représente une Coccidie à l'état schizogonique. Il a été vu à Bordeaux, par Künstler et Pitres, chez un individu de vingt-sept ans, employé sur les paquebots de la ligne de Bordeaux au Sénégal.

Depuis deux ans, cet individu avait de la dyspnée, un peu de toux sèche et éprouvait une sensation de pesanteur dans le côté gauche du thorax ; l'état général était d'ailleurs excellent : ni fièvre, ni frissons, ni sueurs nocturnes. La thoracocentèse fut pratiquée : elle donna issue à un liquide purulent, dans lequel nageaient des

kystes volumineux, contenant de dix à vingt mérozoïtes accolés à la membrane et accompagnés d'un noyau de reliquat. Des mérozoïtes isolés, pourvus d'un noyau, se trouvaient aussi en suspension dans le liquide ; ils mesuraient de 18 à 20 μ, jusqu'à 60 μ et même jusqu'à 100 μ. En l'absence d'autopsie, on ne saurait indiquer le siège exact de la Coccidie d'où dérivaient ces kystes ; il semble du moins qu'elle ait été la cause unique de la maladie, qui revêtait les caractères d'une pleurésie chronique latente.

Coccidium cuniculi (Rivolta, 1878).

Synonymie : *Psorospermium cuniculi* Rivolta, 1878. — *Coccidium oviforme* Leuckart, 1879.

Cette Coccidie se développe dans l'épithélium des canaux biliaires de l'Homme et du Lapin : très commune chez le Lapin domestique, elle n'est point rare non plus chez le Lapin de garenne et produit parfois des épidémies meurtrières.

La coccidiose hépatique amène de profondes lésions dans le foie : l'organe est hypertrophié et présente, tant à sa surface que dans sa profondeur, des sortes de tubercules blanchâtres pouvant atteindre la grosseur d'une noisette. La masse crémeuse qui s'en échappe à l'incision est formée de cellules épithéliales envahies par des parasites de tout âge, des kystes libres et des débris épithéliaux. Les canaux biliaires sont dilatés ; les cellules épithéliales restées en place sont gorgées de parasites et peuvent en contenir jusqu'à deux ou trois chacune. Le tissu hépatique est atrophié, par suite d'une prolifération du tissu conjonctif ; les vaisseaux sanguins sont comprimés, ce qui a pour conséquence un trouble profond du fonctionnement du foie et de la nutrition générale ; la bile est produite en moindre quantité, la piqûre du plancher du quatrième ventricule ne produit plus le diabète. D'une façon générale, les tissus sont amaigris et décolorés, le sang est pâle et aqueux, comme s'il s'agissait d'une anémie pernicieuse ; la respiration devient haletante et l'animal meurt dans les convulsions.

Chez l'Homme, la coccidiose peut présenter une gravité tout aussi grande, comme en témoigne une observation faite par Gubler à l'hôpital Beaujon, en 1858. Un ouvrier carrier, âgé de quarante-cinq ans, était atteint de troubles digestifs et d'une chloro-anémie profonde ; son foie était très hypertrophié et montrait sur le lobe droit une tumeur fluctuante, douloureuse à la palpation : on crut à un kyste hydatique. L'individu mourut d'une péritonite survenue à la suite d'une chute, et l'autopsie révéla tout à la fois l'absence

d'Hydatides et la présence d'une vingtaine de tumeurs, remplies d'une substance puriforme plus ou moins liquide et renfermant un nombre immense de Coccidies enkystées: ces tumeurs étaient grosses comme une noix ou un œuf ; l'une d'elles avait la dimension d'une tête de fœtus de six mois. Il est hors de doute que, sans la péritonite accidentelle qui est venue l'emporter, le malade eût promptement succombé à sa coccidiose.

D'autres cas de Coccidie du foie de l'Homme nous sont également connus. La collection Sömmering, que possède l'Université de Giessen, renferme, au dire de Leuckart, un foie dont les canaux biliaires sont ulcérés par les Coccidies. De même, Sattler a vu à Vienne un autre cas assez bénin: les canaux biliaires étaient distendus, leur épithélium proliférait activement et renfermait des Coccidies.

L'observation suivante, rapportée par Silcock, est plus intéressante encore. Chez une femme de cinquante ans, morte à Saint-Mary's Hospital, le foie était hypertrophié et présentait un grand nombre de foyers caséeux répandus dans sa substance, pour la plupart superficiels ou même placés sous la capsule de Glisson ; chacun d'eux était entouré d'un cercle rouge inflammatoire. La rate présentait aussi des foyers caséeux de même nature, plus gros que ceux du foie, leur dimension variant d'une tête d'épingle à celle d'un pois. Enfin, la muqueuse de l'iléon présentait six élévations papuleuses entourées d'une zone inflammatoire ; des plaques congestives se voyaient aussi dans le gros intestin. Toutes ces lésions étaient dues au *Coccidium cuniculi* ; le parasite avait envahi aussi bien les cellules hépatiques que les canaux biliaires, dont il suivait de préférence le trajet ; sa présence dans la rate résultait sans doute de son transport par les vaisseaux sanguins.

Coccidium hominis (Rivolta, 1878).

Synonymie : *Cytospermium hominis* Rivolta, 1878. — *Coccidium perforans* Leuckart, 1879.

Cette Coccidie se développe dans l'épithélium intestinal du Lapin et de l'Homme ; elle ressemble beaucoup à la précédente et Pfeiffer croit même qu'elle lui est identique, opinion que l'observation de Silcock tendrait à corroborer ; elle est pourtant plus petite, puisque ses oocystes ne mesurent que 26 à 35 μ de long sur 14 à 20 μ de large.

La muqueuse intestinale, spécialement celle de l'intestin grêle, présente des taches blanchâtres : elle est enflammée, ulcérée, recouverte d'un exsudat contenant des oocystes et des débris épithé-

liaux. Les taches blanchâtres sont dues à des parasites qui occupent les cellules épithéliales des villosités et des glandes de Lieberkühn : le canal de celles-ci est parfois gorgé de parasites libres ; le noyau des cellules est refoulé vers la partie inférieure. Quand l'infestation est généralisée, la mort arrive rapidement ; dans les cas moins graves, la cachexie s'établit progressivement et finit par tuer l'animal.

A Berlin, Eimer a observé deux fois sur le cadavre humain la coccidiose intestinale : les cellules épithéliales étaient perforées par les parasites.

D'autres observateurs ont vu, chez le vivant, des Coccidies dans les excréments, mais rien ne prouve que ces parasites aient siégé dans l'intestin plutôt que dans le foie. Rivolta et Grassi ont constaté leur présence dans les selles d'enfants et d'adultes ; Railliet et Lucet ont vu une femme et son enfant, tous deux atteints de diarrhée chronique, émettre des Coccidies mesurant 15 μ sur 10 μ : dans ce cas, l'origine intestinale de ces Sporozoaires était très vraisemblable.

Coccidium bigeminum Wardell Stiles, 1891.

Synonymie : *Cytospermium villorum intestinalium canis* Rivolta, 1878.

Cette Coccidie vit non pas dans les cellules épithéliales, mais bien dans les villosités intestinales ; on la connaît chez le Chat, le Chien, le Putois ; elle se trouve probablement aussi chez l'Homme. Elle évolue comme tous les *Coccidium* ; l'oocyste est ellipsoïde, un peu asymétrique, long de 12 à 15 μ et large de 7 à 10 μ chez le Chien. Elle présente pourtant une particularité caractéristique : l'oocyste se divise en deux masses ; l'une de celles-ci peut avorter, mais ordinairement toutes deux s'entourent d'une coque et restent accolées ; on trouve donc finalement, dans une même enveloppe, deux oocystes renfermant chacun quatre sporoblastes. Il serait intéressant de rechercher les phénomènes qui précèdent cette bipartition du macrogamète et notamment de quelle manière se fait sa fécondation.

C'est apparemment cette Coccidie que Finck a trouvée en abondance dans les villosités intestinales du Chat : il l'a considérée comme des corpuscules jouant un rôle prépondérant dans l'absorption des matières grasses.

Avec Railliet, nous pensons qu'il faut rattacher aussi à cette espèce les Coccidies trouvées par Kjellberg, à Berlin, à l'intérieur et vers l'extrémité des villosités intestinales d'un Homme ; elles

étaient semblables à celles qui se voient dans les mêmes conditions chez le Chien.

Tel est l'état actuel de nos connaissances sur les coccidioses humaines. Je ne veux pas terminer cette causerie sans dire encore quelques mots de certains organismes mal connus, auxquels j'ai fait allusion plus haut : je veux parler des *Coccidioides*.

On désigne sous ce nom des parasites énigmatiques, qui n'ont encore été signalés que chez l'Homme. Selon toute apparence, ils ne rentrent point dans l'ordre des Coccidies, mais je pense qu'ils appartiennent à la classe des Sporozoaires.

Ils se développent dans le tissu conjonctif de la peau (derme) et des viscères ; ils envahissent aussi l'épiderme, mais se logent entre les cellules, sans jamais pénétrer à leur intérieur. Ils sont constitués par des masses protoplasmiques arrondies, larges de 20 à 50, 60 et 80 μ, entourées d'une épaisse membrane d'enveloppe. Leur multiplication dans l'organisme est très active : elle se fait par une série de bipartitions qui s'accomplissent à l'intérieur de la membrane. Puis celle-ci éclate et met en liberté de jeunes éléments parasitaires, qui grandissent sur place ou bien sont entraînés par les vaisseaux lymphatiques et sanguins. On n'a pas encore suivi les phases de cette multiplication ; elle est vraisemblablement plus compliquée que je ne viens de dire.

Ces organismes semblent être incapables de nous envahir par les voies digestives ; en revanche, ils se laissent inoculer par la peau avec une facilité remarquable ; les Mammifères et les Oiseaux sont doués d'une grande réceptivité.

Les lésions débutent par la peau, puis les parasites envahissent les voies lymphatiques et la maladie se généralise : elle est chronique ou aiguë. C'est là d'ailleurs un caractère contingent, qui varie avec la virulence du parasite ou avec la résistance de l'organisme : dans le cas de Posadas, un parasite qui avait produit chez l'Homme une affection chronique, ayant duré près de dix ans, détermina chez le Singe une affection suraiguë, qui amena la mort en moins d'un mois.

Aux endroits envahis par le parasite, la peau se couvre de petites papilles qui deviennent confluentes et forment par leur réunion des plaques plus ou moins larges. Celles-ci s'étendent de plus en plus, sans guérir par le centre (fig. 11 et 12) ; elles s'ulcèrent et

deviennent le siège d'un écoulement purulent, qui entraîne au dehors un nombre considérable de parasites enkystés.

Dans le derme et le tissu conjonctif des différents organes (ganglions lymphatiques, foie, rate, poumon, rein, etc.), les lésions sont extrêmement développées. Elles sont tout-à-fait comparables à



Fig. 11. — Tumeurs de la face chez le malade de Posadas, en novembre 1896, environ sept ans après le début de la maladie. Ces tumeurs siègent sur la moitié droite de la face, le cliché ayant été retourné lors de la reproduction.

celles de la tuberculose miliaire : des nodules tuberculeux sont répandus en immense quantité dans toute la masse viscérale. Chacun de ces nodules a la structure du tubercule typique, mais le Bacille tuberculeux fait constamment défaut; il est remplacé par un ou deux *Coccidioides,* soit libres, soit logés à l'intérieur d'une cellule géante. Au point de vue anatomo-pathologique, il est inté-

ressant de constater qu'un parasite si différent des Bactéries ou des Champignons inférieurs détermine néanmoins la production d'un nodule inflammatoire qui ne diffère en rien d'essentiel du nodule tuberculeux, lépreux ou actinomycosique. Ainsi généralisée, la maladie est toujours mortelle, aussi bien pour l'Homme que pour les animaux inoculés.

L'affection causée par les *Coccidioides* a été observée pour la

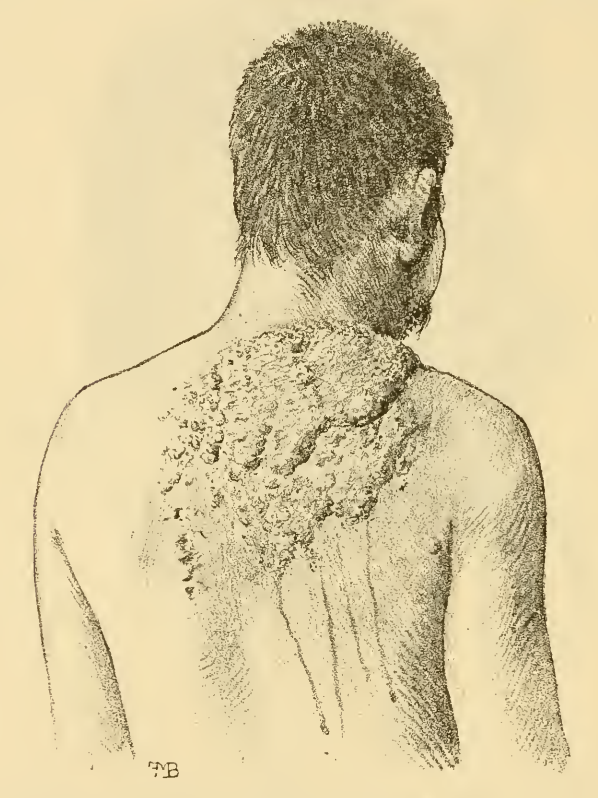


Fig. 12. — Tumeurs siégeant à la région scapulaire *gauche* en novembre 1896, d'après Posadas.

première fois par Wernicke, à Buenos Aires. Dans un cas, qui fut faussement attribué au mycosis fongoïde, Wernicke trouva dans la peau des kystes de grande taille, pouvant atteindre 126 μ sur 66; il les rattacha aux Coccidies et les désigna sous le nom de « Mégalosporidies. »

Trois observations beaucoup plus importantes, toutes trois terminées par la mort du malade, ont été rapportées en peu de

temps par Rixford et Gilchrist aux États-Unis, puis par Posadas à la République Argentine. Les formes parasitaires étudiées jusqu'à présent ont été attribuées à trois espèces distinctes, mais elles n'en constituent évidemment qu'une seule, le *Coccidioides immitis* Rixford et Gilchrist, 1897. Les autres dénominations (*Coccidioides pyogenes* Rixford et Gilchrist, 1897; « Posadasia esferiforme » Canton, 1898); *Coccidium Posadas* Canton, 1898) doivent donc tomber en synonymie.

Il est curieux que les quatre cas actuellement connus de cette redoutable affection aient été observés en Amérique. En France, il est vrai, Morestin et Milian, puis Duret et Cornil ont décrit des tumeurs sous-cutanées qui ne sont pas sans analogie avec celles que je viens de décrire très sommairement, mais l'affection était purement locale, sans aucun indice de généralisation, peut-être à cause de l'intervention chirurgicale précoce. La description des lésions est d'ailleurs trop brève pour qu'on puisse se prononcer en toute certitude sur la nature animale et parasitaire des formations observées.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Coccidies

J. Chatin, Altérations nucléaires dans les cellules coccidiées. *Comptes-rendus de la Soc. de biol.*, LII, p. 345, 1900.

H. Hagenmüller, *Bibliotheca sporozoologica.* Bibliographie générale et spéciale des travaux concernant les Sporozoaires parus antérieurement au 1er janvier 1899. *Annales du Musée d'hist. nat. de Marseille*, (2), I, in-4° de 232 pages, 1899. — A consulter pour toute la bibliographie antérieure au 1er janvier 1899.

A. Labbé, *Sporozoa. Das Tierreich*, 5. Lieferung, Berlin, in-8° de 180 p., 1899.

F. Mesnil, Coccidies et paludisme. Première partie : cycle évolutif des Coccidies. *Revue générale des sciences*, X, p. 213, 1899.

F. Mesnil, Essai sur la classification et l'origine des Sporozoaires. *Cinquantenaire de la Soc. de biologie. Livre jubilaire*, p. 258, 1899.

G. Milian, *Les sporozooses humaines.* Thèse de Paris, 1899.

G. Pianese, Le fasi di sviluppo del Coccidio oviforme e le lesioni istologiche che induce. *Archives de Parasitologie*, II, p. 397-450, pl. IV et V, 1899.

Fr. Schaudinn, Untersuchungen über den Generationswechsel bei

Coccidien. *Zoologische Jahrbücher*, Abth. für Anatomie, XIII, p. 197-292. pl. XIII-XVI, 1900.

COCCIDIOIDES

V. CORNIL, Note sur les coccidioses humaines, sous forme de tumeurs du tissu cellulaire sous-cutané et des bourses séreuses. *Bulletin de l'Acad. de méd.*, (3), XLII, p. 209, 1899.

G. MILIAN, *Loco citato*, p. 77-85 et planche.

A. POSADAS, *Psorospermiosis infestante generalizada*. Thèse de Buenos-Aires, 1894. — *Ensayo sobre una nueva neoplasia del Hombre, traducida por un Protozoario y transmisible á los animales. Psorospermiosis infectante generalizada*. Buenos Aires, 2 vol. in-8° ; 1re partie de 97 p. avec 34 pl., dont 28 en phototypie, 1897 ; 2me partie de 95 p. avec 25 pl., dont 15 en phototypie et une en chromolithographie, 1898. — Les 14 premières pages du 1er vol. ont été publiées aussi dans les *Anales del Círculo médico argentino*, XX, p. 193-203, avril 1897.

E. RIXFORD and T. C. GILCHRIST, Two cases of protozoan (coccidoidal) infection of the skin and other organs. *Johns Hopkins Hospital Reports*, I, p. 209, 1897. — T. C. GILCHRIST, A case of blastomycetic dermatitis in man. *Ibidem*, p. 269. — T. C. GILCHRIST, comparison of the two varieties of Protozoa, and the Blastomyces found in the preceeding cases, with the so-called parasites found in various lesions of the skin, viz. psorospermosis follicularis vegetans (Darier), carcinoma, herpes zoster, molluscum contagiosum, varicella. *Ibidem*, p. 291.

R. WERNICKE, Ueber einen Protozoenbefund bei Mycosis fongoïdes. *Centralblatt für Bakteriol.*, XII, p. 859, 1892.

Les figures 3, 4, 6, 7, 8 et 10 ont été gracieusement prêtées par la *Revue générale des sciences*.



A. de Gerlache

L'Organisateur et le Chef de l'Expédition antarctique belge.



CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Séance extraordinaire du 23 Février 1900.

VERS LE PÔLE SUD

CONFÉRENCE FAITE A LA SORBONNE SUR L'EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE, SON BUT, SES AVENTURES ET SES RÉSULTATS

PAR

ÉMILE G. RACOVITZA
Naturaliste de l'Expédition

Mesdames, Messieurs,

La Société Zoologique de France m'a fait un très grand honneur en me chargeant de faire sa conférence annuelle. Je prie mes honorés collègues de bien vouloir agréer l'expression de ma reconnaissance.

Ma gratitude est d'autant plus profonde que leur choix constitue une exception en ma faveur. Jusqu'ici, en effet, la conférence annuelle a été faite par un maître de la science et de la parole ; or, je ne suis ni l'un ni l'autre, je ne suis qu'un simple candidat au titre envié de naturaliste.

Une seconde exception a été faite en ce qui concerne la conférence même : son titre indique que le sujet en est géographique et non zoologique comme il devrait l'être. S'il y a cependant des accommodements avec la loi et les règlements, — tous les jours nous en voyons des exemples, — il y en a aussi avec les titres de conférence ; vous en aurez la preuve ce soir. Je me permets donc de vous prévenir que je vais longuement parler des animaux antarctiques et de leurs faits et gestes.

Je serai ainsi mieux dans mon rôle de zoologiste parlant au nom d'une société zoologique, et cette manière de faire correspondra aussi mieux avec mes sentiments intimes.



Fig. 2. — La *Belgica* dans la banquise. Au premier plan un champ de glace sur lequel se promène un Manchot impérial.

Photographie du Docteur Cook.

J'aime les bêtes, toutes les bêtes, car il n'est monstre hideux et repoussant qui n'ait droit à toutes mes sympathies. Les passions zoologiques étant régies par les mêmes lois psychiques que les ordinaires passions humaines, la passion que j'ai pour les bêtes est

d'autant plus vive qu'elle n'a pas toujours été payée de retour. Les bêtes ne m'ont pas rendu en bons mémoires scientifiques ce que je leur ai prêté en pure et tendre affection. J'espère néanmoins, que dans les régions éthérées où les zoologistes et leurs œuvres sont jugés avec bienveillance et sans passion, — c'est-à-dire dans l'autre monde zoologique — il me sera beaucoup pardonné parce que j'ai beaucoup aimé... les bêtes.

Pour arriver à ces animaux antarctiques, il faut traverser l'Atlantique dans sa plus grande longueur. Cette énorme distance a été parcourue par la *Belgica* avec une sage lenteur, car notre



Fig. 3.—Le laboratoire d'Océanographie et de Météorologie de la *Belgica* Arctowski examine la densité de l'eau de mer.

Photographie du Docteur Cook.

navire n'était pas un paquebot transatlantique ; il s'en fallait de beaucoup. C'était un solide petit bateau en bois, du type des phoquiers norwégiens, ayant trente-quatre mètres de long et deux cent soixante-dix tonneaux de jauge marchande. Gréé en trois mâts barque, il avait une voilure complète et pratique, et ses flancs, revêtus d'une épaisse cuirasse de Greenhart, étaient bien protégés contre l'usure occasionnée par la navigation dans les glaces. Un grand tonneau fixé au sommet du grand mât servait d'observatoire au commandant lorsqu'il dirigeait la marche du navire dans la

banquise. L'arrière était occupé par les logements des officiers et savants ; l'avant était aménagé pour les matelots et, au milieu, un roufle de petites dimensions, divisé en deux par une cloison médiane, servait de laboratoire à l'océanographe météorologiste et au naturaliste de l'expédition. Les cales étaient bourrées de charbon, provision nécessaire pour une machine de 150 chevaux, qui pouvait donner au navire une vitesse de six à sept nœuds et qui devait nous être surtout utile pendant la navigation dans les glaces. Le faux-pont était bourré de caisses de toutes formes contenant des fourrures, des aliments, des matières premières de toutes sortes. En outre, une collection complète d'instruments scientifiques était installée à bord.

Dix-neuf personnes ont pris part à cette expédition ; en voici les noms et les qualités :

A. de Gerlache, le promoteur, l'organisateur et le chef de l'Expédition.

G. Lecointe, le second chef de l'Expédition, officier de navigation, chargé des recherches hydrographiques et aussi des recherches magnétiques après le décès de Danco.

R. Amundsen, premier lieutenant.

J. Melaerts, second lieutenant.

E. Danco, chargé des observations magnétiques.

H. Arctowski, l'océanographe météorologiste.

A. Dobrowolski, assistant météorologiste.

Fr. A. Cook, médecin de l'Expédition, photographe et anthropologiste.

E. G. Racovitza, naturaliste.

H. Sommers, premier mécanicien.

M. Van Rysselberghe, deuxième mécanicien.

Matelots : G. Dufour, H. Johansen, E. Knudsen, J. Koren, L. Michotte, J. van Mierlo, A. Tollefsen, C. A. Wiencke.

Le but de l'expédition n'était pas de battre le record du Pôle Sud au détriment des observations scientifiques. On devait naturellement s'avancer vers le sud aussi loin que possible, mais sans jamais se mettre dans l'impossibilité de faire ces recherches scientifiques qui sont l'unique, mais très grand profit que peut donner une exploration pôlaire. Comme programme, il s'agissait surtout d'étudier la région antarctique sud-américaine avec toutes les méthodes que la science met actuellement à la disposition des travailleurs, et de faire un hivernage, le plus au sud qu'il se pourrait,

de façon à rapporter des observations de toutes sortes pendant au moins une année entière.

Je ne veux pas insister sur le voyage de la *Belgica* jusqu'à la pointe extrême de l'Amérique du Sud, et je vais commencer le récit de nos aventures à partir du 13 janvier 1898, jour de notre départ du golfe Saint-Jean de la Terre-des-Etats.

Il nous a été immédiatement donné de voir que la réputation des parages du Cap Horn n'était pas surfaite. Le vent d'ouest souffla constamment en tempête, et la *Belgica* fut secouée violemment par les énormes vagues qui se forment dans le détroit de Dracke. Heureusement j'avais pris mes précautions : tout mon matériel et mes bocaux avaient soigneusement été fixés dans des casiers spécialement construits, et même mon microscope était vissé sur la table du laboratoire ; il n'y avait que le naturaliste de l'Expédition qui n'était pas vissé et il eut bien souvent l'occasion de le regretter !

Cela ne nous empêcha pas d'exécuter une série de sondages qui nous permirent de faire d'importantes constatations. Entre l'Amérique du Sud et les premières terres antarctiques il existe, contrairement aux suppositions des géographes, une mer profonde de plus de quatre mille mètres et qui n'est que la continuation du bassin du Pacifique.

Le 19 janvier, la vigie signale le premier iceberg et le 20 janvier, par une mer houleuse, nous étions en face des îles Shetland du Sud. Il faisait calme plat et une brume opaque reposait lourdement sur les longues ondulations de la houle ; de temps en temps elle se soulevait par endroits, comme un rideau épais et moelleux, et dans leur mate blancheur apparaissaient les pics aigus et les chaînes de montagnes qui forment ces îles. Un collier continu de récifs noirs bordait les terres du côté du large et les lames géantes s'y brisaient avec force, faisant jaillir l'embrun en blanches nappes verticales. Dans les golfes et découpures de la côte, gisaient échoués les icebergs gigantesques, comme de monstrueux vaisseaux à l'ancre dans des ports de marbre blanc.

Nous passâmes entre ces îles et le cap fut mis au sud, sur les terres de Trinity et de Palmer, côtes à peine entrevues au commencement du siècle par des baleiniers américains.

Le 22 janvier une terrible tempête nous surprit dans le détroit de Bransfield. En un clin d'œil les lourdes brumes furent balayées et d'épais nuages gris se succédaient ininterrompus sur le ciel sombre. La mer se creusait en profonds sillons et le vent hurlait

strident dans le gréement de la *Belgica*. Le navire fut mis à la cape et, sous ses basses voiles, il fuyait éperdu dans la mouvante horreur de l'ouragan déchaîné. Maintenant tout était obscur et sombre. Sur le sombre horizon se dessinaient les noires silhouettes de terres inconnues et menaçantes, et l'obscurité du ciel lourdement s'étendait au-dessus de la mer endeuillée. Seules les crêtes des vagues s'éclairaient du blanc de leurs flocons d'écume, et de temps en temps, des icebergs passaient gigantesques et terribles, jetant une lueur glauque, secoués par la fureur des vagues et la force du vent.

J'étais couché dans notre petit laboratoire, lorsque tout-à-coup



Fig. 4. — Iceberg de grande dimension, flottant en pleine mer.
Photographie du Docteur Cook.

Arctowski apparut pâle et tremblant et me dit : Wiencke est mort! Mort? d'un bond je fut debout. Oui, me répondit-il, noyé, emporté par une lame !

Et dans le carré, je trouvais Lecointe ruisselant d'eau, transi et glacé de froid, qui me dit en pleurant : « *Raco*, je n'ai pas pu, il m'a glissé entre les mains ». Il pleurait, le brave cœur, pour ne pas avoir pu sauver son camarade au péril de sa vie, et nous dûmes le consoler et le changer comme un enfant.

Ah ! quelle nuit dans la *Belgica* secouée comme une épave, pen-

dant que l'ouragan sinistrement sifflait dans le gréement et que les lames géantes violemment heurtaient les flancs du navire. L'œuvre commençait à peine et déjà nous avions semé un cadavre sur notre route! A qui le tour maintenant des dix huit, qui restaient pour lutter contre l'inconnu menaçant? Qui sait si le sacrifice consenti n'allait pas être inutile, si l'œuvre n'allait pas échouer entière, dans un coin glacé de l'Antarctide mystérieuse!

Mais la nature réclame toujours ses droits, et je m'endormis tard, bien tard, le front appuyé sur la table de notre petit laboratoire.

Mais quel réveil aux premières heures du lendemain!



Fig. 5. Terres du détroit de Gerlache. Le Cap Neyt et le Mont Allo.
Photographie du Docteur Cook.

Sur une mer unie et calme, la *Belgica* glissait doucement et, de tous côtés, de hautes terres vêtues de blanc rangaient leurs pics aigus jusqu'à l'horizon lointain. Dans le bleu pâle du ciel brillait magique le soleil et ses lumineux rayons réveillaient, dans la blancheur éclatante du paysage, d'innombrables scintillements dans les cristaux de neige.

Les abruptes vallées, qui creusent la surface des terres montueuses, sont remplies de glaciers gigantesques dont le front zébré de bleu plonge dans la mer sombre. Par places, l'ossature du sol pointe dans la blancheur, sous forme de pics aigus, de verticales

parois de roches noires, de pointes élancées en forme de tours ou de clochers. Et la neige éternelle a ouaté de sa blancheur fentes et corniches, crêtes et sommets ; aussi les contours s'arrondissent en lignes harmonieuses, en courbes doucement arquées, en sinuosités élégantes. De larges bras de mer et d'étroits chenaux découpent la blancheur des terres par des lignes mouvantes et sombres.

Majestueux, voguent les icebergs aux formes massives ou déliées, cyclopéennes citadelles carrées, ou bien vertigineux dômes d'une cathédrale d'albâtre. Les flots se brisent contre leurs murailles, et les lames entrent tumultueuses dans les grottes azurées creusées



Fig. 6. — Terres du détroit de Gerlache. Le mont William et les environs du cap Lancaster.

Photographie du Docteur Cook.

dans leurs flancs, pour en sortir couronnées d'écume argentée. Comme une bande de cygnes, les glaces menues jouent sur l'eau, s'inclinent gracieusement quand passe l'onde de la houle.

Et la terre et l'eau, le glaçon et l'iceberg projettent leurs formes élégantes ou leur surface onduleuse, dans la pure et éclatante lumière de cette sereine journée polaire. Légères et subtiles flottent les teintes, et, en harmonieux assemblages, elles colorent les pics aigus des montagnes, les surfaces bossuées des roches, les dos rugueux des glaciers, les flancs abruptes des icebergs.

Rien ne peut donner l'idée de ce magique paysage polaire, car nulle part ailleurs la lumière n'est en même temps si douce et si éclatante, les couleurs si fluides et si subtiles, les tons si doux et si pâles, les formes si belles et si harmonieuses !



Fig. 7. — Terres du détroit de Gerlache. Le cap Renard.
Photographie du Docteur Cook.

Nous étions dans le détroit qui s'appelle maintenant le détroit de Gerlache. A l'ouest il est bordé par un archipel formé par un grand nombre d'îles de faibles dimensions : l'archipel de Palmer.

A l'est est une terre à côtes découpées et qui a reçu le nom de terre de Danco.

Nous passâmes vingt jours à explorer cette région et à en faire la carte. Nous avons suivi soigneusement avec le bateau toute la côte de la terre de Danco, et avec le canot nous avons opéré une vingtaine de débarquements. Cette dernière opération présentait de grandes difficultes ; une houle très forte venait se briser constamment sur les côtes accores des îles et des masses continentales, et il fallait des recherches prolongées pour trouver un endroit favorable pour mettre pied à terre. Avec cela l'équipage étant très faible, c'est le personnel scientifique qui manœuvrait le canot. Lecointe



Fig. 8. — Iceberg avec grottes, flottant au milieu du détroit de Gerlache.
Photographie du Docteur Cook.

prenait la barre comme de juste, tandis que Artowski et Dobrowolski, Danco et moi nous souquions ferme, et que le docteur Cook se tenait à l'avant comme le plus agile de la bande, prêt à sauter le premier à terre pour maintenir le canot à l'aide d'une corde. Ni de loin, ni de près, cela ne ressemblait à un canot amiral, mais nous marchions quand même, et la preuve c'est que nous avons fait une vingtaine de débarquements dans l'Antarctide, c'est-à-dire beaucoup plus que tous nos devanciers ensemble.

Un des premiers résultats qu'aient fourni les débarquements, c'est la constatation que la limite des neiges éternelles dans ces régions descend presque au bord de la mer. Il en résulte que la

neige une fois tombée ne [fond plus entièrement, et cela depuis les sommets les plus hauts jusqu'à la ligne du rivage. Cette neige en



Fig. 9. — Carte du détroit de Gerlache.

s'accumulant se transforme en nevé et en glace ; aussi tout l'intérieur des terres et des îles est-il couvert d'une épaisse carapace



Fig. 10. — Un débarquement dans le détroit de Gerlache. Sur le rivage de l'île Bob.
Photographie du Docteur Cook.



Fig. 11. — Terres du détroit de Gerlache. L'île Anvers et les monts Osterrieth. On voit la coupe de l'inlandis au sommet de la falaise et les glaciers régénérés au pied de ces dernières.
Photographie du Docteur Cook.



Fig. 12. — Front de glacier, formant une haute falaise à pic dans le détroit de Gerlache.

Photographie du Docteur Cook.



Fig. 13. — Terres du détroit de Gerlache. L'île Anvers avec un grand glacier régénéré à sa base.

Photographie du Docteur Cook.



Fig. 14. — Iceberg à arcade, échoué dans le détroit de Gerlache.
Photographie du Docteur Cook.



Fig. 15. — Iceberg érodé par l'action des vagues.
Photographie du Docteur Cook.

cristalline qu'on appelle *inlandsis*. Cette *carapace* augmenterait indéfiniment en épaisseur, si son propre poids ne la forçait à s'écouler en mer au moyen des glaciers de différentes sortes. Dans les vallées naturelles, l'évacuation de l'inlandsis se fait au moyen de fleuves de glace pareils à ceux des Alpes. Là où la terre est bordée de hautes falaises, l'inlandsis se précipite de leurs sommets en formidables avalanches et reforme des glaciers à leur pied. Enfin sur les petites îles plates l'inlandsis forme une carapace convexe qui se fragmente sur tout le pourtour de l'île. Tous ces glaciers arrivent donc en contact avec la mer et comme ils continuent à progresser, de petits ou de gigantesques fragments s'en détachent, donnant naissance aux glaces de formes variées et aux *icebergs* géants.

Et tout est ainsi recouvert de glace et de neige dans ces terres désolées de l'Antarctide. Seuls sont à nu quelques falaises très hautes, quelques pics isolés, sombres *nunataks* pointant à travers l'inlandsis, quelques plages minuscules envahies par le cordon littoral et enfin quelques petites îles ou îlots semés dans le détroit de Gerlache. Comme on devait s'y attendre, ce n'est qu'en ces endroits que nous avons pu découvrir une manifestation de la vie végétale et animale, et encore combien pauvre et combien inférieure !

Une seule plante à fleur, l'*Aira antarctica,* minuscule Graminée se cachant entre les touffes de Mousse et recherchant les corniches bien abritées sur le flanc des falaises. Pas de Fougères, mais des Mousses, des Lichens et des Algues. Sur les parois verticales de roches exposées au soleil, s'étalent en nappes les Lichens gris, orangers ou jaunes, et sur les corniches humides ou dans les fentes vivent les Mousses. Presque toutes ces dernières ne produisent pas de fruits, elles se multiplient par bourgeonnement, le climat ne permettant pas aux délicats organes de la reproduction de faire leur service.

Dans les petites flaques d'eau douce, provenant de la fonte des neiges, vit tout un monde d'Algues microscopiques, Diatomées et Oscillariées, Flagellées et Bactériacées, qui tantôt verdissent et tantôt rougissent le fond des mares.

Nous étions curieux de savoir quelles étaient les espèces animales qui dans ce climat ennemi utilisaient ces ressources végétales. Des recherches minutieuses nous permettent d'en dresser la liste. D'abord une Podurelle, petite Puce de neige, noire-bleue, sautille sur les roches et parmi les plantes, ou bien s'assemble en

grandes bandes sous les petites pierres plates ou sous les vieilles coquilles. Ensuite une Mouche, la *Belgica antarctica*, pauvre petit être dépourvu de l'attribut important des Diptères, puisque ses ailes sont réduites et ne peuvent lui servir pour le vol. Il s'est passé ici ce qui a été déjà signalé pour les Insectes habitant les îles océaniques où souffle un vent très fort et très fréquent. Ces Insectes,



Fig. 16. — Terres du détroit de Gerlache. Le cap van Beneden, montrant une grande surface de roche nue où les végétaux peuvent se développer.

Photographie du Docteur Cook.

en effet, ont perdu par sélection et par la réduction de leurs ailes la faculté de voler, les mieux doués pour le vol étant constamment emportés par le vent et noyés dans la mer.

Enfin il me reste à citer trois ou quatre espèces d'Acariens, sortes de petites Araignées qui mènent une vie précaire dans les touffes de Mousses et de Lichens.

Ce mot d'Araignée prononcé à l'occasion de nos Acariens m'a valu une lamentable aventure que je me permets de vous communiquer pour empêcher le retour de semblables méprises. A notre retour de l'Antarctide, la *Belgica* fut envahie par une nuée de bienveillants reporters qui se mirent à nous interwiever consciencieusement. Chacun de nous en avait un certain nombre autour de soi ; j'en avais une demi-douzaine pour ma part. Ces messieurs, le block-notes en main, me posaient des questions auxquelles je répondais de mon mieux. Ils me demandèrent ainsi quels-animaux nous avions trouvé sur les terres antarctiques et je leur fis l'énumération que vous venez d'entendre : « Des Puces de



Fig. 17. — Terres du détroit de Gerlache L'île Auguste, qui présente de grandes surfaces de roche nue, couvertes de Lichens et de Mousses.
Photographie du Docteur Cook.

neige et une petite Mouche ayant perdu ses ailes » — et les crayons de courir — « et trois Acariens ». A ce mot les crayons stoppèrent avec ensemble. Il était manifeste que l'Acarien est un personnage inconnu dans les salles de rédaction. J'expliquai alors que c'étaient des sortes de petites Araignées. « Ah ! des Araignées ! parfaitement ! » et les crayons de s'escrimer derechef. Le malheur est que ces messieurs inscrivirent Araignées tout court.

Ai-je besoin d'insister sur le parti que peut tirer un journaliste habile des notions : petites Mouches sans ailes, Araignées, glaces, roches noires battues par les vents, etc. Vous le comprenez aisément et l'un de ces messieurs n'y faillit point. Dans son compte-rendu il décrivit, en frémissantes paroles, la sombre tragédie antarctique suivante : sur une roche noire et chauve, entourée de toutes parts

de glace et de neige, battue par les ouragans glacés, se trouve une petite Mouche faible et délicate qui désespérément lutte pour échapper aux étreintes mortelles de trois féroces Araignées qui veulent lui sucer le sang. Et vous comprendrez, mortels, toute la sombre horreur de ce drame effroyable, quand vous saurez que cette pauvre et faible Mouche n'a même pas d'ailes pour se mettre à l'abri en s'envolant.

Je n'ai pas besoin de vous dire que ce sombre tableau ne correspond pas à la réalité; nos Acariens sont de petites bêtes paisibles et honnêtes qui n'ont jamais fait de mal à une Mouche, pas même



Fig. 18. — Touffes de Mousses sur une paroi rocheuse de l'île Cavelier de Cuverville dans le détroit de Gerlache.

Photographie de Racovitza.

à la pauvre petite Mouche aptère mentionnée plus haut. Ils soutiennent leur vie tranquille en rongeant les Lichens coriaces.

Dans les petites flaques d'eau que forme la neige en fondant, se développe un petit monde microscopique qui se nourrit d'Algues inférieures. Ce sont : les Infusoires, les Rotifères, les Tardigrades et les Nématodes qui fournissent quelques représentants à cette population habituée aux plus dures conditions vitales. Tous ces êtres possèdent soit la faculté de s'enkyster, soit celle de la revi-

viscence, et leurs germes sont aptes à surmonter victorieusement des périodes de sécheresse complète et de longue congélation ; car la durée des minuscules lacs dans lesquels ils vivent n'est pas bien longue. Tantôt l'eau est complètement congelée, tantôt elle est évaporée en totalité par les rayons du soleil.

Voilà donc le relevé des plantes et des animaux qui peuplent ces terres désolées; mais on y rencontre d'autres animaux qui ne peuvent pas être comptés dans la faune terrestre proprement dite, mais qui néanmoins donnent un caractère spéciale à ces régions et qui, seuls, prètent un aspect de vie apparente aux terres du détroit



Fig. 19. — Dans le détroit de Gerlache. Un rivage antarctique avec des habitants Un Phoque au premier plan, des Manchots au fond.
Photographie du Docteur Cook.

de Gerlache. Je veux parler des Oiseaux et des Phoques, animaux supérieurs, possédant de puissants moyens de locomotion et qui pour la plus grande part ne viennent dans ces régions qu'en été.

Un Goëland blanc et gris (*Larus dominicanus*) avec une large bande brune sur le dos du corps et des ailes, se trouve en grande quantité sur les petites îles aux roches découvertes où il établit son domicile. Deux grands poussins bruns étaient placés dans chacun des nids plats, construits avec des Mousses, et répondaient par des cris sonores, mais désagréables, aux appels des parents qui volaient

autour d'eux. Ce Goëland se nourrit de coquillages et c'est surtout les Patelles qui ont ses préférences. Il cueille ces Mollusques sur les roches à mer basse, et il les transporte successivement au sommet des roches pour les manger. Comme il revient au même endroit pour faire son repas, on trouve de tous côtés de petites accumulations de coquilles qui représentent la valeur d'un déjeuner ou d'un dîner. Il y en a généralement douze, ce qui prouve que ce n'est pas nous qui avons inventé de manger des Huîtres par douzaine.

Une Hirondelle de mer (*Sterna* sp.) niche aussi aux mêmes endroits, et le courageux petit animal poursuit de ses cris et de ses vols menaçants les gros Oiseaux qui tentent de s'approcher de son nid. Un Stercoraire (*Megalestris antarctica*) est aussi un Oiseau abondant dans ces régions, où il niche sur les plus hautes terrasses des falaises les plus élevées; son vol est impétueux, et ses pattes, quoique palmées comme celles de ses congénères, sont transformées en serres puissantes. C'est l'Aigle de ces régions et il est curieux de constater cette adaptation d'un Oiseau de mer, qui a pris, à la suite d'habitude carnassière contractée dans des conditions spéciales, l'apparence et les qualités des Oiseaux de proie véritables.

Le Vautour est aussi représenté dans ces régions par un Oiseau à pattes palmées, le très grand Pétrel (*Ossifraga gigantea*) qui a su aussi adapter sa forme extérieure aux besognes qui lui sont communes avec les Vulturidés. Il en possède le vol lourd, mais puissant et planant, qui lui permet de décrire des cercles immenses à la recherche du cadavre. Son bec énorme et crochu est capable d'entamer le dur épiderme des cadavres de Phoques. Il possède aussi la faculté d'engloutir de formidables quantités de viande avariée, au point que cela l'empêche de s'envoler; mais, comme les Vautours, il peut recouvrer son agilité en se débarrassant du trop-plein. Comme les Vautours aussi, il possède une vue extraordinaire, car dès qu'on a tué un Phoque, on voit les Ossifrages arriver en foule, sans qu'on ait pu constater antérieurement leur présence.

Le très grand Pétrel a perfectionné au plus haut point la faculté de dégorger l'estomac à volonté, pour en faire un moyen de défense. Quand on essaye de prendre un animal blessé, il vous lance de loin le contenu de son tube digérant et, lorsqu'on est ainsi couvert de ces matières plus ou moins décomposées, on n'est pas fier, je vous l'assure. L'odeur en est persistante et horrible, et quoique comme zoologiste on en ait vu de toutes les couleurs et qu'on ait le cœur solide, il est bien difficile de ne pas se livrer à des manifestations semblables à celles de l'Ossifrage.

Ces animaux ont une taille différente suivant le sexe. J'ai pu constater, par de nombreuses mesures, que l'envergure des mâles dépassait toujours deux mètres, tandis que celles des femelles restait au-dessous de ce chiffre La couleur de ces Oiseaux est généralement un mélange de brun, de gris et de blanc, mais il y en a de tout blancs et de tout bruns. Ces variations de plumage n'ont pas d'importance ; mes observations m'ont démontré que la couleur chez cette espèce n'est pas encore fixée, et qu'elle ne dépend pas de l'âge, du sexe et de l'habitat comme on l'a prétendu à tort.

Le plus petit Oiseau qui habite ces régions est un Pétrel des tempêtes (*Oceanites oceanicus*) qui y niche, et qui parcourt de son vol bas et ramant la surface des canaux et détroits. Sur les îles et roches nues, habite un Cormoran (*Phalacrocorax sp.)* dans un nid d'Algues, rond et plat. Chaque famille élève un petit et les parents sont tellement attachés à leur progéniture qu'ils refusent de s'envoler lorsqu'on approche du poussin.

Tous ces Oiseaux présentent une physionomie semblable à celle des habitants des mers européennes ; il en est autrement pour les deux groupes d'Oiseaux dont je voudrais maintenant vous dire quelques mots, les Manchots et les Becs en fourreau.

Rien n'étonne plus que la rencontre avec cet être bizarre et comique qui s'appelle le Manchot. Figurez-vous un petit bonhomme droit sur ses pieds, pourvu de deux larges battoirs à la place de bras, d'une tête petite par rapport au corps dodu et replet ; figurez-vous cet être couvert sur le dos d'un habit sombre à taches bleues, s'effilant par derrière en une queue pointue traînant à terre, et orné sur le devant d'un frais plastron blanc et lustré. Mettez cet être en marche sur ses deux pattes et donnez-lui en même temps un petit dandinement cocasse et un constant mouvement de la tête ; vous aurez devant les yeux quelque chose d'irrésistiblement attrayant et comique.

Ces Oiseaux ne peuvent plus voler, car leurs plumes sont très réduites sur les ailes et transformées en sortes d'écailles ; mais par contre quels merveilleux nageurs ! A grands coups d'ailes, ils fendent les flots ou bien ils sautent au-dessus de l'eau par bonds successifs, comme des marsouins. A terre ils sont plus gauches ; cela ne les empêche pas cependant de grimper dans les falaises, à des hauteurs étonnantes. Ils sautent de roche en roche ou bien ils font des rétablissements sur leurs ailes, en s'aidant des pattes et du bec.

Deux espèces de Manchots peuplent le détroit de Gerlache. Ils y

ont fondé des cités populeuses et animées, mais dépourvues de toute institution d'hygiène sociale. On pratique dans ces villes et villages le système de l'épandage sur place et de loin le vent nous apportait, sur la *Belgica*, les effets odorants de cette hygiène rudimentaire. Avec ces odeurs nous arrivaient aussi, pour certaines de ces cités, les échos d'un bruit épouvantable. C'étaient des Kaah, Kaah féroces, suivis du chœur furibond d'une foule en délire. Nous nous demandions étonnés si nous n'étions pas tombés en pleine période électorale, et je fus débarqué pour faire une enquête à ce sujet.

Les citoyens de ces villes bruyantes étaient les Manchots



Fig. 20. — Deux Manchots antarctiques (*Pygoscelis antarctica*) très ennuyés de se trouver prisonniers sur le pont de la *Belgica*.

Photographie de Danco.

antarctiques (*Pygoscelis antarctica*), espèce de 0m60 de hauteur, qui se distingue de toutes les autres par une mince ligne noire qui se recourbe sur sa joue blanche comme la moustache en croc d'un mousquetaire. Cela donne au Manchot antarctique un air provoquant et querelleur, air qui répond fort bien à son caractère.

Je fus accueilli en débarquant par une tempête de cris, d'apostrophes véhémentes et d'exclamations indignées, qui ne me laissaient aucun doute sur l'opinion défavorable que ces Oiseaux avaient de ma personne. Je pensai, qu'avec le temps, je finirais par me faire agréer et je m'assis sur une roche à quelque distance.

Mais mon amabilité et ma patience furent dépensées en pure perte. Tous les Manchots tournés vers moi, dressés sur leurs ergots, les plumes hérissées sur la tête et le bec grand ouvert, me lançaient à jets continus des paroles que je jugeai d'après leur ton, gravement injurieuses et que bien heureusement — étant donné ma timidité naturelle — je ne comprenais pas du tout, les philologues n'ayant pas encore établi le dictionnaire manchot. De guerre lasse, je fis un grand détour et je revins vers la cité en me dissimulant derrière les roches. J'ai pu ainsi observer ces animaux sans qu'ils s'en doutent, sans que leur vie normale fût troublée par la présence d'un intrus.



Fig. 21. — Réception faite à un explorateur par les habitants d'un village de Manchots (*Pygoscelis antarctica*).

Photographie de Racovitza.

La surface du sol de la cité était assez inégale ; elle était établie sur une plage inclinée, parsemée de rocs tombés du haut de la falaise,et le sol était divisé en lots sur chacun desquels était installée une famille composée du père, de la mère et de deux petits. Le nid rond,était une simple aire, ayant comme fond le sol même, limitée par un mur très bas, formé de petits cailloux mêlés de quelques os d'ancêtres Manchots, que l'esprit peu respectueux mais pratique de ces Oiseaux, avait su utiliser au mieux de leurs intérêts. Il est manifeste que ce mur était simplement destiné à empêcher les

œufs de rouler sur le terrain en pente de la cité. Les jeunes étaient encore recouverts de duvet gris ; ils avaient un gros ventre bourré de nourriture qui traînait presque à terre. Avec leur petite tête, leurs petits bras et leurs petites pattes cachées sous l'énorme bedaine, ils paraissaient de grosses pelotes de laine grise, roulant çà et là dans l'intérieur du nid. Les parents étaient à côté du nid veillant avec sollicitude sur leur progéniture, empêchant les jeunes de quitter la maison paternelle et allant à tour de rôle leur chercher la nourriture.

Autour de chaque nid était une zone, constituant la propriété de chaque famille, séparée de la zone voisine par des limites virtuelles. C'est ce système qui créait des procès continuels dans la cité ; dès qu'un Manchot posait la patte sur la propriété de son voisin, le propriétaire protestait avec violence et la dispute dégénérait tout de suite en querelle aiguë. Les deux citoyens, auxquels se mêlaient souvent un troisième et un quatrième, se plaçaient l'un en face de l'autre se regardant dans le blanc des yeux, et le corps penché en avant, les bras ramenés en arrière, le bec grand ouvert et les plumes hérissées sur la tête, ils se criaient l'un à l'autre les plus dures vérités. Ils ressemblaient de loin à deux marchandes de Poisson, se reprochant réciproquement la fraîcheur de leur marchandise. Ce sont ces querelles, constantes entre les habitants de la cité, qui produisaient ce vacarme que nous entendions de la *Belgica*, querelles qui, par conséquent, n'étaient pas dues aux démêlés électoraux, mais aux contestations judiciaires entre propriétaires fonciers.

Mais d'autres cités populeuses et animées sont aussi installées dans ces parages, seulement elles ne sont pas bruyantes comme les premières et les habitants se montrent dignes et calmes. Il s'agit d'une seconde espèce de Manchot, le Papou (*Pygoscelis papua*) un peu plus grand que le Manchot antarctique et plus somptueusement vêtu. Le dos est encore couvert d'un manteau à taches bleues. Sur la poitrine et le ventre brille toujours l'immaculé plastron blanc à reflets soyeux, mais la tête noire est ornée d'un diadème blanc, et le bec et les pattes sont rouge écarlate. C'est au douzième débarquement surtout que les cités de ce Manchot étaient nombreuses et peuplées ; j'évalue à une dizaine de mille le nombre des citoyens qui les composaient.

Dès le moment où je mis pied à terre chez eux, je vis qu'il y avait une considérable différence de caractère entre les deux espèces de Manchots. Je me glissai en effet sur la plate-forme rocheuse ou

était établie une grande ville de Papous, et je constatai avec satisfaction que ma personne leur parut sinon sympathique du moins indifférente. Naturellement tous se tournèrent vers moi, me considérèrent attentivement, quelques citoyens même plus susceptibles poussèrent quelques cris de protestation ou d'inquiétude, mais voyant que je m'asseyai tranquillement au milieu d'eux sans les incommoder, ils ne firent bientôt plus attention à moi et ils s'occupèrent de leurs affaires. Je pus donc les observer commodément, les photographier même et je n'ai pas à me repentir des longues heures que je dus leur consacrer, car ce que je vis était un spectacle réellement remarquable.

Les nids de ces Manchots sont exactement semblables à ceux du Manchot antarctique, mais au moment où je devins citoyen honoraire de la cité papoue, ces nids n'étaient plus occupés. Tous les jeunes, déjà de grande taille, vêtus d'une ample houppelande de duvet et ayant sur la poitrine une bavette blanche, étaient rassemblés au milieu de la cité, formant des groupes pittoresques et amusants. Comme leurs congénères antarctiques ils avaient vastes bedaines traînant à terre, petits bras et dandinante démarche ; mais au lieu d'être répartis entre les nids paternels ils étaient tous réunis au milieu de la cité. L'observation me démontra que cette disposition était parfaitement voulue et qu'une organisation sociale particulière avait été établie au mieux des intérêts de la cité. Pour bien s'en rendre compte, il est nécessaire de donner quelques détails sur la topographie des lieux.

La ville papoue était établie sur une plate-forme, adossée à une haute falaise, à trente mètres environ au-dessus du niveau de la mer. Cette plate-forme avait un contour vaguement quadrilatère, un des côtés était appuyé à la falaise, deux côtés donnaient directement sur la mer et formaient la crête d'une paroi verticale, le quatrième côté donnait sur une pente très raide qui aboutissait à une petite plage caillouteuse. Les jeunes, au nombre d'une soixantaine, étaient rassemblés au milieu de la cité, et seulement huit adultes se trouvaient à ce moment avec eux. Ces derniers étaient postés de distance en distance près des bords de la plate-forme, mais seulement sur les trois côtés qui donnaient sur la mer ; il n'y en avait aucun du côté de la falaise. J'avais sous les yeux un véritable établissement d'éducation, car les huit adultes étaient des surveillants, des pions chargés d'empêcher les jeunes de tomber du haut de la plate-forme. Ils étaient campés droit sur leurs pattes, graves et immobiles, et tout pénétrés de l'importance de leur mis-



sion. Dès qu'un jeune s'approchait trop près du bord de la plate-forme, le pion le plus rapproché ouvrait un bec énorme et lui lançait d'une voix sévère une admonestation bien sentie. Si cela ne suffisait pas, un coup de bec bien appliqué rappelait le récalcitrant au sentiment du devoir. Poussant des cris aigus, roulant sa bedaine rondellette et agitant ses petits moignons de bras, le jeune élève regagnait ses compagnons, et le pion reprenait sa position après avoir déposé gravement à côté de lui la touffe de duvet qui souvent lui restait dans le bec.



Fig. 22. — Village de Manchots papous (*Pygoscelis papua*) établi sur une plate-forme rocheuse. Les jeunes sont placés au centre ; on voit quatre adultes, des surveillants, en faction.

Photographie de Racovitza.

Ces adultes chargés de la surveillance des petits se relayaient de temps en temps. L'une des sentinelles fatiguée, levait la tête en l'air, ouvrait le bec et poussait un cri ressemblant beaucoup à celui de l'âne ; à ce cri répondait un autre cri qui partait de la petite plage se trouvant au pied de la falaise. Il y avait, en effet, à cet endroit, quelques adultes qui attendaient leur tour de faction en se lissant les plumes, ou bien étendus paresseusement sur le sable. Les cris de la sentinelle en faction se répétaient plusieurs fois, et chaque cri était suivi d'une réponse venant du corps de garde et poussée par le même individu. Les cris de celui d'en haut devenaient de plus en plus pressants, ceux de celui d'en bas de plus

en plus ennuyés. A la fin l'individu du corps de garde se



Fig. 23. — Village de Manchots papous (*Pygoscelis papua*) établi sur une plateforme. A droite un surveillant, les ailes étendues, interdit aux jeunes l'accès du bord à pic donnant sur la mer. Au premier plan un parent nourrit son bébé.

Photographie de Racovitza.

décidait ; péniblement il grimpait le long d'un sentier caillouteux

jusqu'à la plate-forme, allait prendre la place de celui qui l'avait appelé, et se mettait en faction avec la même conscience et la même gravité. La sentinelle relevée de faction se hâtait vers la petite plage avec une visible satisfaction, et s'élançait joyeusement dans la mer en faisant jaillir l'eau de tous côtés.

Les sentinelles ne s'occupent pas de la nourriture des jeunes, leur rôle est simplement éducateur et moral. Ils enseignent à coups de bec, à l'enfance inexpérimentée, la prudence et l'expérience de la vie ; mais la nourriture est apportée aux deux enfants de chaque famille par le mâle et la femelle qui leur ont donné naissance. En effet, à tour de rôle arrivaient des adultes, le jabot rempli de petits Crustacés pélagiques qui servent de nourriture à tous les Manchots, et de loin les enfants, qui les reconnaissaient, arrivaient à leur rencontre ; le jeune s'accroupissait par terre, ouvrait le bec tout grand tandis que le parent, courbant le col et croisant son bec avec celui du petit, dégorgeait la succulente pâtée que contenait son vaste jabot.

Dans d'autres cités placées au niveau de la mer, les jeunes étaient aussi groupés, mais la surveillance n'était plus aussi stricte. n'étant plus nécessaire ; cela démontre que l'intelligence de ces animaux sait adapter les lois sociales aux circonstances topographiques et qu'ils ne sont pas poussés seulement par l'instinct mécanique.

La différence de caractère des deux Manchots provient donc d'une différente organisation sociale. L'Antarctique bruyant et mauvais coucheur, est un strict individualiste, constamment en procès et querelles pour défendre sa propriété ; le brave et honnête Papou est un communiste avisé n'ayant rien à défendre contre ses concitoyens, ayant mis le sol en commun et ayant simplifié la besogne de l'élevage par l'installation d'un pensionnat communal. Cela lui a donné la sagesse du philosophe et le calme du sage, et de nombreux loisirs que procure toujours une organisation sociale bien comprise.

Les Manchots forment un ordre d'Oiseaux qui est strictement limité à l'hémisphère sud et spécialement à la région antarctique. Il y a un autre ordre d'Oiseaux qui possède la même distribution géographique, c'est l'ordre des Chionides, allié probablement aux Huitriers, et constitué seulement par un genre et deux espèces. Le *Chionis minor* habite Kerguelen, le *Chionis alba* habite l'Antarctide, et c'est lui que nous avons rencontré plusieurs fois. C'est un Oiseau tout blanc, de la taille d'un gros Pigeon, avec le bec recouvert par des excroissances qui lui forment comme un fourreau, d'où son

nom vulgaire de Bec en fourreau. Il niche dans les trous de roche et il élève deux jeunes couverts de duvet gris. C'est le seul Oiseau antarctique qui n'ait pas de pattes palmées, aussi ne cherche-t-il pas sa nourriture parmi les animaux marins ; je l'ai vu se nourrir d'une Algue siphonée qui recouvre les roches à mer basse.

Sur les glaçons flottants ou sur les plages rocheuses on voit, de temps en temps, de grosses masses informes, de longs fuseaux qui ne sont autres que des Phoques. Le plus commun était le Phoque de Weddel (*Leptonychotes Weddeli)* pouvant dépasser deux mètres de longueur, couvert d'un pelage gris foncé, tacheté de jaune. Quand le soleil brillait, paresseusement vautrés sur la neige, ils dormaient les yeux fermés, dans la quiétude la plus complète. On s'asseyait à côté d'eux et on leur donnait de petites tapes amicales; ils soulevaient alors leur tête ronde et vous considéraient avec leurs gros yeux humides, soufflant fortement par les narines, ouvrant parfois une énorme gueule rose armée de petites dents pointues. Si on ne les touchait plus, ils laissaient retomber leur tête sur la neige et continuaient leur somme. De gros soupirs, soupirs de gens ayant bien dîné, venaient interrompre de temps en temps leur respiration régulière. Souvent leurs petites nageoires armées de griffes s'agitaient vivement et avec une dextérité surprenante, ils se grattaient la tête ou le dos qui, chez tous, étaient couverts de parasites bruns, de Poux, dont le rostre était enfoncé dans l'épiderme.

Les marées sont assez fortes dans le détroit de Gerlache, mais les roches qui découvrent sont nues et polies par le frottement continuel des glaces; seuls quelques trous bien abrités, quelques encoignures profondes permettent aux Algues de se développer, et dans ces endroits on trouve quelques représentants de la faune marine, des Patelles, des Amphipodes, des Annelés, des Planaires, peu nombreux comme espèces et comme individus.

Mais les chenaux et détroits sont visités par de grands troupeaux de Baleines. Dans les baies couvertes de glaçons flottants, tout d'un coup un remous se produit à la surface de l'eau ; on voit apparaître une petite éminence conique, noire, qui s'ouvre à son sommet, et laisse sortir une haute colonne de vapeur blanche se courbant élégamment à son sommet. Puis une longue masse sombre apparaît qui plonge en faisant un mouvement de rotation, et tout disparaît. Le remous s'éteint petit à petit et à sa place l'eau prend l'aspect d'un miroir à cause de la mince couche de graisse que le Cétacé laisse à sa surface. Quelques minutes après le même manège se reproduit, et ainsi de suite quatre ou cinq fois. Enfin après

l'expulsion de la colonne de vapeur et l'apparition de la masse noire allongée, on voit tout d'un coup une vaste queue se balancer et tout disparaît de nouveau ; mais cette fois-ci c'est pour beaucoup plus longtemps. Voilà comment se présente à l'observateur la Jubarte *(Megaptera boops)*, dans les conditions ordinaires de sa vie. La seconde espèce de Baleinoptère, le *Balaenoptera Sibbaldi* agit à peu près de la même façon, seulement il ne balance pas sa queue lorsqu'il plonge en profondeur, lorsqu'il sonde, suivant l'expression des Baleiniers.

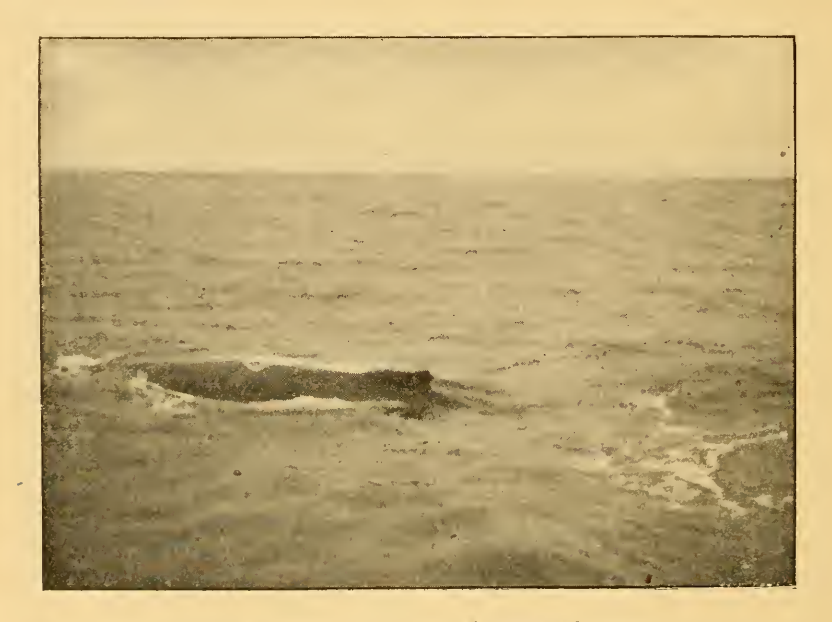


Fig. 24. — Dos de Jubarte (*Megaptera boops*).
Photographie du Docteur Cook.

De grandes bandes de Jubartes nous entourèrent presque constamment pendant notre séjour dans le détroit de Gerlache, et de jour comme de nuit nous pouvions voir et entendre leur souffle puissant. Il est fort probable que les Baleines ne dorment point et que du 1er janvier au 31 décembre, elles exécutent les mouvements de sonde et de retour à la surface que nous avons décrits plus haut. La seule variété qui doit s'introduire dans cette vie monotone, doit se produire pour les deux sexes à l'époque des amours, et pour les femelles à l'époque de la naissance et de l'allaitement du petit. Malheureusement je ne puis vous donner aucun détail là-dessus,

étant donné que nous n'avons pas assisté à ces cérémonies qui, à en juger par la taille des conjoints, ne doivent pas être dépourvues d'une certaine grandeur. D'autre part les données que possède la science sont trop incertaines pour qu'il soit prudent de les rappeler, mais je puis vous décrire un jeu auquel se livrent les Jubartes, jeu auquel j'ai assisté souvent et toujours avec grand plaisir.

Une baie profonde est envahie par une bande de Jubartes. De tous côtés entre les glaces flottantes, s'élèvent de hautes colonnes de vapeur et les échos des montagnes glacées résonnent de leur souffle bruyant. Tout-à-coup, au-dessus de la surface de la mer, se dresse obliquement une monstrueuse masse noire, pourvue de deux énormes battoirs tachetés de blanc. Cette masse retombe faisant jaillir au loin de hautes gerbes d'eau écumante, tandis que de fortes ondes de houle se propagent au loin sur la mer calme. Ce manège se répète plusieurs fois: on dirait que les Mégaptères sont dans la joie, et à qui mieux mieux, elles exécutent leurs fantastiques cabrioles. Le spectacle est imposant par la masse énorme de l'animal qui a près de vingt mètres de longueur, mais grotesque en même temps par la forme massive et l'attitude gauche de l'exécutant.

Le 12 février nous quittons le détroit de Gerlache par sa sortie Pacifique et nous nous dirigeons vers le sud. La vaste côte de la terre de Graham est en vue dans l'est, mais il nous est impossible d'y attérir car des glaces épaisses nous en défendent l'approche. Le 16 nous sommes en vue d'une terre formée de hauts massifs montagneux séparés par de vastes plaines recouvertes, comme les montagnes, de glace et de neige. C'est incontestablement la terre Alexandre Ier, mais l'approche en est aussi bien défendue qu'à la terre de Graham. Des glaçons plats, de véritables radeaux de glace, serrés les uns contre les autres, s'étendent sur plusieurs milles entre nous et cette terre lointaine et mystérieuse. Nous étions devant la banquise et c'est son bord découpé que nous avons suivi les jours suivants vers l'ouest et le sud. Nous fîmes des essais pour y pénétrer avec le bateau et deux fois, nous fûmes pris pour 24 heures.

Nous étions par environ 70° de latitude sud naviguant en mer libre, mais ayant toujours au sud la banquise en vue, quand un violent ouragan accompagné de chasse neige, se déchaîna. La houle et les vagues énormes qui se formèrent, la dérive violente dont fut saisie la banquise, séparèrent les radeaux de glace et de

vastes chenaux et des lacs considérables se formèrent parmi les glaces flottantes. L'occasion parut bonne pour faire une pointe au sud, et la *Belgica* à la cape, poussée par le vent avec une violence extrême, s'élança à l'assaut de la banquise. Nous filions comme une flèche sur les chenaux ouverts ou sur les lacs d'eau libre. Des chocs violents nous indiquaient que la *Belgica* heurtait un radeau de glace ; poussée avec force, sa proue escaladait la glace qui se cassait en deux avec bruit et le navire passait, sa course à peine ralentie, à travers les débris. Un nouveau lac d'eau libre lui permettait de reprendre sa vitesse et une nouvelle bande de radeaux de glace la ralentissait pour un moment. Cette course fantastique



Fig. 25. — La *Belgica* à la lisière de la banquise. Les radeaux de glace sont petits et espacés.

Photographie du Docteur Cook.

dura une journée et le navire s'enfonça à cent milles environ à l'intérieur de la banquise. Au fur et à mesure que nous avancions, les radeaux de glace gagnaient en étendue et en épaisseur ; nous n'avions à la fin autour de nous que des champs et des plaines de cent mètres à plus d'un kilomètre de diamètre, séparés par de toutes petites rigoles d'eau libre. La *Belgica* avançait de plus en plus lentement; à la fin elle buta contre un vaste champ et s'arrêta net. En même temps la tempête cessait et, petit à petit, les glaçons et les champs, les radeaux et les plaines se rapprochèrent de plus en plus et serrèrent les flancs du navire comme dans un étau. Inutiles

furent les tentatives qui ont été faites pour revenir en mer libre ; la *Belgica* était solidement bloquée dans la banquise et treize mois durant elle resta dans cette position.

L'hiver commençait, le froid devint de plus en plus vif, les chenaux et lacs d'eau libre gelèrent, une neige abondante recouvrit, d'un manteau continu, la vieille et la jeune glace et, finalement, la *Belgica* se trouva prise dans un champ de douze kilomètres de diamètre environ, voisin d'autres champs, qui à leur tour, touchaient à d'autres plaines et, jusqu'au plus lointain de l'horizon, on ne pouvait voir que l'immaculée blancheur de la banquise.

On s'arrangea du mieux qu'on pût pour passer l'hiver dans la banquise ; des poêles furent installés dans les cabines, les fourrures de Loups et de Phoques furent tirées de l'entrepont, les traîneaux, les skys, les patins à raquettes furent soigneusement vérifiés et mis en ordre.

Dès les premières observations astronomiques, nous avons pu nous convaincre que la banquise était en continuel mouvement. Le vent la faisait dériver dans tous les sens et ces mouvements donnaient lieu à la production des fentes, à l'élargissement des chenaux et lacs, ou au contraire à la disparition de ces chenaux et à de violentes pressions. Lorsqu'en effet le vent soufflait du sud, la banquise s'étalait vers la mer libre, les champs et les plaines se séparaient ; lorsque au contraire le vent soufflait du nord, la banquise butait contre les terres qui devaient certainement se trouver au sud et alors les plaines se rapprochaient, les bords se heurtaient avec violence et les fentes se produisaient de tous côtés. Il neigeait fort souvent et de hautes dunes de neige s'accumulaient contre les monticules de pression. Il n'était pas possible de faire des excursions sur cette banquise sans chausser les skys ou les patins à raquette, car dans la neige profonde et meuble on s'enfonçait jusqu'à mi-corps.

Presque constamment le vent soufflait en tempête, des nuées épaisses et grises poussées par l'ouragan obscurcissaient le ciel en bandes ininterrompues. Le chasse-neige violent, limitait la vue avec son mouvant et blanc rideau, et la neige remplissait l'air d'une poudre fine comme du sable. Nous nous sentions si isolés et si perdus dans le sifflement du vent qui nous prenait l'ouïe, dans le froid mortel qui nous étreignait le corps, dans la blanche obscurité qui nous voilait la vue, que l'espérance nous abandonna et un seul sentiment nous soutint, le sentiment du devoir. Nous étions envoyés ici comme missionnaires de la Science et nous avons

cherché à accomplir cette mission de notre mieux. Pendant treize mois nous avons fait les observations météorologiques d'heure en heure, sans manquer une heure; toutes les fois qu'on pouvait, on sondait à travers un trou creusé dans la glace et nous pêchions les animaux marins. Toutes les fois que le temps le permettait on faisait des observations astronomiques et en de longues excursions nous observions les Oiseaux et les Phoques qui habitaient la banquise. En outre nous avons exécuté bien des travaux variés destinés à nous garantir du froid ou dans le but de protéger le bateau contre



Fig. 26. — Le pont de la *Belgica* après un chasse-neige.
Photographie du Docteur Cook.

les pressions. On déblayait la *Belgica* que le vent enterrait sous des dunes de neige, on faisait des habits et des chaussures, on faisait des provisions de viande fraîche de Phoque et de Manchots, on fabriqua même des instruments d'observation et des engins de pêche.

Et de temps en temps, il nous était donné aussi d'avoir une fête. Le vent se calmait, les nuées grises se cachaient sous l'horizon, et à leur place apparaissait le bleu doux et lumineux du ciel. Des myriades de cristaux de glace remplissaient l'air et au lieu d'un soleil nous en avions trois, car de belles Parhélies se reflétaient à travers la poudre argentée. Sur un arc-en-ciel aux brillantes cou-

leurs, pourvu d'une croix d'or au milieu, étaient suspendus trois disques jaunes dans une gloire dorée. Cette merveilleuse vision n'avait pas de longue durée, car les paillettes cristallines se déposaient dans l'air calme et l'arc-en-ciel doucement s'effaçait entraînant avec lui la croix d'or; unique était maintenant le soleil et dans la claire atmosphère polaire, il allumait mille reflets sur le vaste champ de la banquise.

Enfin nous pouvions nous rendre compte de ce qui nous entourait. La blancheur de la banquise s'étendait unie jusqu'au cercle



Fig. 27. — Transport de la neige en traineau pour renouveler la provision d'eau douce. Au fond la *Belgica* couverte de givre.
Photographie du Docteur Cook.

de l'horizon; sur les vastes champs immaculés s'allongeaient les blanches collines de glace avec leur ombre bleue derrière. Dans les chenaux et lacs d'eau libre apparaissait le bleu sombre de la mer, et une couleur verte, chétive et pâle, teintait la glace qui constamment naissait sous l'influence du froid. Sur le dos des dunes de neige, le vent avait sculpté d'élégantes arabesques au fond bleu et aux crêtes d'argent, et les icebergs prisonniers comme nous dans la banquise glacée, élevaient leurs masses monstrueuses aux formes trapues ou élancées. Sur le dos carré d'un géant jouait une subtile

teinte bleue ; à côté le soleil dorait des tours pointues de marbre blanc,et les géants comme les nains projetaient en arrière de grandes ombres livides. Et la couleur était si pure, la lumière était si éclatante sur l'iceberg et la colline, sur le chenal et la banquise que nous nous serions crus dans le monde des rêves si la raison ne nous avait retenus sur terre !

Mais nous n'avons pu jouir bien longtemps de cette fête. L'hiver arrivait rapidement, le soleil s'élevait de moins en moins sur l'horizon, et le 18 mai il nous quitta pour trois mois. La tristesse de la



Fig. 28. — Une vue de la banquise. Au premier plan un chenal d'eau libre, au fond un iceberg tabulaire.

Photographie du Docteur Cook.

nuit polaire commençait pour nous. L'obscurité continuelle n'a pas seulement une mauvaise influence sur l'esprit, elle est nuisible aussi au corps. L'anémie sévit bientôt dans notre petite colonie. Les faces jaunirent, la respiration devint haletante, les moindres mouvements occasionnaient des battements de cœur. Nous nous traînions comme des ombres dans la nuit continuelle, parmi les amas de neige que le vent accumulait sur le pont du navire. Dans les obscures cabines, accroupis autour du poêle, on essayait de rattacher par le souvenir, ce que nous avions maintenant avec ce que nous avions laissé au loin sur les terres ensoleillées ; ou bien

dans la jaune et vacillante lumière des quinquets nous lisions des livres qui nous contaient les merveilles du soleil et de l'amour.

Et au dehors l'éternelle tempête. Dans la haute mâture le vent sifflait sinistre ; de temps en temps la rafale ébranlait les mâts jusqu'à leur base, et les madriers gelés craquaient donnant des sons aigus. Les cordes, recouvertes d'un manchon de glace et de givre, se démenaient comme affolées dans l'ouragan, et sans relâche résonnaient les planches sonores du navire sous leurs coups répétés. La neige balayée par le vent nous enterrait sous ses dunes mouvantes et pénétrant par les fentes les plus étroites, elle se déposait dans nos sombres réduits sous forme de poudre blanche et fine. A travers les champs de glace un long frémissement se communiquait au navire et toute la banquise résonnait de plaintes lugubres. Au bord de notre champ, de terribles pressions bâtissaient en tas les glaçons brisés ; la glace trempée par le froid éclatait en fragments menus et vitreux, et quand la pression diminuait, quand les champs de glace s'éloignaient les uns des autres, les collines se séparaient avec bruit, et avec de longs gémissements les glaçons glissaient à la mer.

De jour en jour le froid devenait plus intense ; sous son influence le mercure gelait dans nos thermomètres et, lorsqu'il dépassait 40°, même le vent se calmait comme si lui aussi était figé. Rien ne bougeait plus maintenant sur le vaste champ de la banquise. Le ciel serein, livide et sombre, paraissait avec ses étoiles une voûte d'acier semée de clous dorés,et dans l'atmosphère immobile, blanche et froide brillait la lune, et figés paraissaient ses rayons d'argent. En bas, sur la banquise, s'alignaient les formes blanches des collines de glace appuyées sur leur ombre noire, et les icebergs immobiles élevaient entre elles leur masse gigantesque. Et muets étaient les champs de glace et muettes les dunes de neige. Le silence étrégnait maintenant et le ciel et la banquise ; la nature entière paraissait figée dans l'éternelle immobilité.

L'Homme égaré dans ce milieu est saisi de terreur. Il n'ose faire un mouvement dans cette immobilité effrayante ; il n'ose crier dans ce silence mortel. Son cœur est étreint d'un désespoir sans bornes, car il voit que tout ce qui l'entoure est mort et glacé, car il sent que rien ne lui est ami dans cette morte splendeur.

Mais parmi les formes trapues des masses de glace, fins et grêles, s'élancent du milieu d'un champ des mâts et des gréements. C'est notre *Belgica*, c'est le seul endroit chaud et ami dans cette vaste étendue glacée. A la voir ainsi enterrée dans la glace et la neige, on croirait qu'elle fait partie intégrante de la banquise. De

larges dunes ont noyé sous leurs masses mobiles ses flancs recourbés, et patiemment les blancs flocons de neige ont ouaté sa surface, se faufilant dans les coins les plus cachés. Et elle est blanche jusqu'au sommet des mâts, car le givre a recouvert bois et cordes, et les cristaux aux bords finement dentelés ont transformé le gréement en blanches guirlandes de fleurs cristallines.

Elle nous est chère à tous la *Belgica*, car elle représente pour nous toute la vie d'aujourd'hui, toute l'espérance de demain. Si les glaces l'avaient écrasée entre leurs masses puissantes, en vain

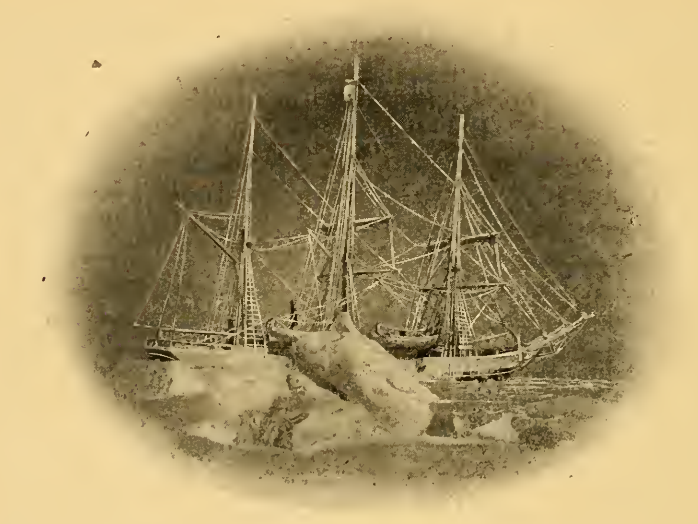


Fig. 29. — La *Belgica* pendant la nuit polaire. Photographie faite à la lumière de la lune.

Photographie du Docteur Cook.

aurions-nous lutté pour la vie dans ce désert horrible. Rien n'aurait pu nous sauver d'une mort certaine.

Un jour le docteur Cook vint me trouver dans mon petit laboratoire et malgré ses efforts pour paraître calme, je vis qu'il était en proie à une violente émotion. « Danco a eu une crise d'étouffement aujourd'hui, me dit il, je l'ai ausculté et j'ai constaté qu'il avait une dilatation de l'aorte. Dans notre situation il n'y a pas à espérer une amélioration ; dans quinze jours il sera mort. »

Et en effet l'état de notre ami empira de jour en jour. Enfermés avec lui dans les dix pieds carrés de notre basse cabine, nous

pouvions constater à chaque heure, à chaque minute, les progrès rapides de son mal.

Malades nous-mêmes, nous n'avions pour nous consoler que la nuit polaire, épaisse et tenace, que le chasse-neige aveuglant qui nous enterrait de plus en plus sous ses dunes mouvantes. Et les seuls bruits venant du dehors étaient les sifflements stridents du vent dans les cordages, les plaintes aiguës de la pression des glaces et les craquements sinistres de notre bateau serré dans la banquise.

Le docteur Cook soigna Danco non comme un médecin, mais comme un frère. Avec quels soins minutieux, il arrangeait son oreiller et comme sa main devenait légère quand il fallait le retourner sur sa couche ! Mais notre ami rendit le dernier soupir le 5 juin ; il quitta doucement la vie sans avoir jamais eu conscience de son état



Fig. 30. — Emile Danco, astronome de l'expédition, décédé sur la banquise en juin 1898.
Photographie du Docteur Cook.

Et le 7 juin nous célébrâmes ses funérailles. Nous avions cousu le corps de notre camarade dans un grand sac en toile et nous avions attaché aux pieds un lourd boulet en fonte. A midi, nous étions tous rassemblés autour du traîneau funèbre, près d'une fente qui venait de s'ouvrir. La lune brillait au ciel toute blanche et sa lumière pâle jetait derrière les monticules de glace de longues ombres noires. La bise âpre soufflait, glaçant nos têtes nues et penchées. Et le cadavre de notre ami fut poussé dans la voie d'eau. Lentement il se redressa contre le bord de la fente, et lentement il descendit à travers la glace dans la froide horreur de la mer. Jamais nous n'avons eu si froid au corps, si froid au cœur.

Et les jours s'écoulèrent tristes et monotones. Toujours le sifflement du vent passant dans les cordages, toujours la même plainte aiguë de la glace en pression, toujours les mêmes craquements inquiétants dans les membrures du navire.

Le 27 juillet enfin le soleil se montra pour la première fois. Depuis plusieurs jours une gloire dorée nous l'annonçait, mais à cette date il apparut en personne. Et comme il était drôle! Il était rouge et bouffi comme un vieux fromage de Hollande. Avec cela, au lieu d'être rond, il était aplati et allongé à cause de la réfraction ; mais il nous fit rudement plaisir tout de même. Ah! Mesdames, Messieurs, vous qui voyez le soleil tous les jours, vous ne pouvez vous imaginer quelle joie l'on a de le revoir après trois mois; c'est la fête des yeux et c'est la fête du cœur. Nous nous traînions encore à peine, mais qu'importe ; l'imagination retrouva ses ailes dans le



Fig. 31. — Un sondage sur la banquise. Le fil de la bobine qu'on voit à droite, au premier plan passait par la poulie suspendue au trépied qu'on distingue dans le fond, et descendait dans la mer à travers un trou creusé dans la glace.
Photographie du Docteur Cook.

rayonnement de la lumière. L'un voulait explorer la terre Victoria, l'autre voulait retourner au canal de Gerlache, un troisième ailleurs ou autre part. Et l'on discutait les plans avec passion, chacun soutenant le sien, comme si on n'était pas solidement bloqué dans la banquise, à la merci de la première pression violente. Et nos amis les Phoques et les Manchots réapparurent de nouveau en grand nombre, et de nouveau eut lieu la fête de la lumière sur la vaste plaine de la banquise, et de nouveau l'on se mit gaiement à l'œuvre.

Les sondages furent régulièrement continués et ils nous permirent de constater le fait intéressant que, sur les 20° de longitude environ qui représentaient notre dérive, la banquise s'était déplacée au-dessus d'un plateau continental dont la profondeur moyenne était de 500 mètres. Au sud, le plateau remontait doucement vers la surface, vers le nord par 69° de latitude sud environ, il passait par une falaise à pic, brusquement à 1200 mètres. Sa surface était recouverte de sédiments terrigènes, blocs gros comme la tête, gra-



Fig. 32. — Georges Lecointe à la table du carré de la *Belgica*.
Photographie du Docteur Cook.

vier et sable mêlé de vase, matériaux enlevés à un cordon littoral par les glaces et transportés à cet endroit. Il résulte de ces faits que quelques degrés au sud de notre position devait se trouver une terre, reliant les terres antarctiques de Graham aux terres antarctiques découvertes par Ross, aux terres de Victoria.

Les pêches au faubert et à la drague nous fournirent une faune à caractère abyssal, où les Crustacés, les Echinides, les Bryozoaires et les Gorgonides étaient en majorité. Presque toutes ces formes sont nouvelles, mais ne présentent rien de remarquable au point

de vue morphologique. Elles ressemblent toutes aux formes animales qui habitent dans les très grandes profondeurs océaniques, et cela s'explique très aisément. La distribution des animaux sur le fond des mers est surtout déterminée par la température de l'eau. Or, la température trouvée à la surface du plateau continental est la même que celle observée dans les abîmes ; elle oscille autour de 0 degré.

Au moyen de filets en étamine de soie, nous avons exploré aussi les couches d'eau qui s'étendent entre la surface et le fond, et là non plus, nous n'avons trouvé d'animaux très remarquables par



Fig. 33. — Le naturaliste de l'expédition, orné de sa chevelure antarctique, dans son laboratoire à bord de la *Belgica*.

Photographie du Docteur Cook.

leur forme et leur structure. Tous présentaient une physionomie déjà connue, quoique comme espèce presque tous soient nouveaux. Ce sont les Copépodes qui constituent la grande majorité du plancton animal, c'est-à-dire la masse de petits animaux flottants qui habitent entre le fond et la surface ; je signale encore des Radiolaires, des Chætognates, des Ptéropodes, des Polychètes, comme particulièrement abondants, et des Salpes rares, mais intéressantes à noter parce qu'on prétendait que ce sont des animauux de mers chaudes qui n'habitent pas les mers recouvertes de banquises.



Emile G. RACOVITZA,
le naturaliste de l'Expédition.



Mais ce qui est réellement abondant dans les couches superficielles par où pénètre la lumière, ce sont les végétaux représentés par les Diatomées, petites Algues inférieures qui pullulent dans les régions polaires et particulièrement dans les régions antarctiques. Elles habitent non seulement les couches éclairées d'eau libre, mais elles envahissent les trous et fentes des champs de glace, au-dessus et au-dessous du niveau de la mer, et les flancs immergés des icebergs. Les plantes vertes en général ont besoin de lumière pour vivre et les Diatomées ne font pas exception à cette règle, mais la lumière qui filtre à travers les plaques et champs de glace amincis par les fontes d'été suffit à leur prospérité, car on les trouve aussi bien dans les lacs et chenaux que sous la banquise. Il faut donc concevoir la surface de la mer antarctique comme une vaste prairie qui sert de nourriture exclusive à toute la vie animale de cette immense région. En effet les animaux planctoniques herbivores se nourrissent de Diatomées et servent de nourriture aux carnassiers; les déchets, les cadavres d'animaux et de plantes tombent sur le fond et constituent la pâture des animaux qui y habitent. Même les Oiseaux, les Phoques et les Cétacés sont tributaires de la prairie de Diatomées, car ils se nourrissent soit de Poissons qui vivent d'animaux planctoniques, soit des bancs de Schyzopodes qui broutent des Diatomées.

Nos travaux n'étaient pas seulement d'ordre scientifique ; les dures nécessités de la vie dans les glaces nous contraignaient à des exercices compliqués et même bizarres. C'est ainsi qu'au commencement du printemps se place l'époque des grandes batailles que nous eûmes à livrer aux Rats.

Ce n'est pas de bon gré que nous avions embarqué ces animaux à *Puntas Arenas* car, jamais nous ne fûmes tentés par les lauriers du père Noé et de son arche à jamais mémorable. C'est en faisant notre provision de charbon que ces hôtes incommodes déménagèrent du ponton charbonnier et s'embarquèrent à bord de la *Belgica,* sans demander la permission au commandant.

Au commencement du voyage antarctique tout alla bien; peu nombreux, ils se contentèrent de prendre possession de la cale. Pendant la nuit polaire — tandis que nous étions étreints par l'anémie — eux, habitués aux continuelles obscurités, ne s'en souciaient pas. Au contraire, on aurait dit que l'absence des rayons indiscrets du soleil favorisaient leur passion amoureuse, car pendant tout l'hiver ils célébrèrent bruyamment noces et mariages, et à chaque instant retentissaient les cris indignés et aigus de mademoiselle Rat

serrée de près par un galant trop pressé. Le résultat de toutes ces cérémonies, fut qu'au printemps la gent ratière grouillait, et ses innombrables cohortes avaient envahi tout le bateau. Il y en avait de grands, de petits et de moyens, de roux, de bruns et de jaunes, même de pelés et de galeux, de façon à satisfaire tous les goûts. Mais nous ne l'étions pas du tout, car ces satanées bêtes ne se contentaient maintenant plus de la cale ; tous les soirs elles envahissaient nos cabines et y faisaient un sabbat épouvantable qui nous empêchait de dormir.

Un grand conseil fut convoqué sans retard et, suivant en cela les administrations perfectionnées des États modernes, une commission fut nommée, fort judicieusement choisie, je me plais à le constater. En effet, il fallait d'abord un ingénieur-architecte pour établir le plan du piège à Rat en tenant compte de toutes les données nécessaires : résistance des matériaux, proportions élégantes, etc., et notre camarade Van Mierlo, homme habile s'il en fut à manier tous les instruments, fut désigné à l'unanimité. Je fus proclamé comme second et dernier membre de la commission. En effet, je devais mettre au service de la cause ma compétence biologique ; je devais dévoiler le dernier cri de la science sur les mœurs des Rats afin que rien ne fut oublié dans la construction de la ratière. La commission se réunit immédiatement et dans sa première séance, elle ne décida naturellement rien ; mais dès la seconde séance le plan d'un piège perfectionné fut établi, dans lequel ni le point de vue biologique, ni le point de vue architectural, ne furent négligés en quoi que ce soit. Pendant trois jours notre camarade Van Mierlo scia, lima, cloua, avec une ardeur, sans égale et le troisième jour nous présentâmes à nos camarades charmés et réjouis un merveilleux piège à Rats, construit suivant les dernières données de la science architecturale et biologique, dont les effets ne pouvaient faire doute pour personne. Aussi, par acclamation, vota-t-on l'expropriation pour cause d'utilité publique d'un morceau de lard destiné à l'amorçage, et cela malgré les violentes protestations de Michotte, notre ménagère, qui comme toutes les ménagères, possédait de sages sentiments d'économie. On plaça le piège le soir même, dans un endroit bien choisi et nous nous couchâmes sur nos deux oreilles, sûr du résultat. Le lendemain quand on alla chercher les prisonniers : rien, et le surlendemain rien et rien, rien Oui, jamais notre piège scientifique ne captura de Rat.

Et pourtant la situation ne s'améliorait pas, au contraire ; les Rats envahissaient de plus en plus notre demeure et c'est moi qui surtout

avais à me plaindre de leurs agissements. Je couchais en effet dans le carré qui communiquait avec le couloir entourant l'espace réservé à la machine, et c'est par là que tous les Rats devaient passer pour entrer dans les autres cabines. La porte du carré devait rester ouverte, car le poêle était situé sur une planche que nous avions établie sur le puits de la machine.

Un soir même, pendant que je dormais, un Rat s'amusa à tirailler le coin de la couverture qui recouvrait ma tête! C'en était trop. Je considérai cet acte comme une insulte à l'adresse de la zoologie et j'allai réveiller le docteur Cook, qui, étant médecin, donc à moitié biologiste, pouvait comprendre mieux que les autres camarades la gravité de l'injure. Nous constituâmes immédiatement un conseil de guerre et voici les dispositions que nous prîmes pour livrer bataille aux Rats.



Fig. 35. — Le Docteur Cook dans sa cabine à bord de la *Belgica*.
Photographie de Racovitza.

Nos locaux étaient fort petits et n'avaient pas de trous, aussi une fois le Rat enfermé dans une cabine, on devait facilement s'en rendre maître. Mais comment y arriver? Une forte ficelle fut attachée au coin supérieur de la porte du carré ; elle passait par une poulie attachée au chambranle et de là elle était conduite par des pitons fixés au plafond jusqu'au dessus de mon lit. Lorsqu'on tirait sur la corde, la porte se refermait avec violence. Voilà donc l'embuscade préparée. Le docteur se recoucha et je fis de même. Allongé sur le dos, j'avais entortillé la corde autour de la main droite, et je ne dormais que d'un œil, car de l'autre je louchais du côté de la porte pour voir entrer les Rats.

Cet événement ne tarda pas à s'accomplir. Un bel individu pourvu d'une queue immense éleva sa tête au-dessus du seuil ; il renifla à droite, puis à gauche et d'un bond sauta dans le carré.... La porte se ferma avec bruit, l'ennemi était tombé en embuscade! J'allai réveiller mon allié Cook qui se hâta de chausser les pantoufles et nous procédâmes à notre armement. Le docteur s'arma d'une baguette en jonc, il représentait la cavalerie légère ; je me munis d'un bâton noueux, je représentais l'artillerie de campagne, et ainsi équipés, bannière au vent, nous nous précipitâmes sur l'ennemi.

Dès le premier choc, le Rat s'affola. En bonds prodigieux, il parcourait en tous sens l'étroite cabine ; tantôt il était sur la bibliothèque, tantôt sur l'armoire aux assiettes, tantôt, prenant l'appui sur l'un de nous, il s'élançait sur le râtelier aux fusils, et nous frappions comme des sourds. Pendant dix minutes nous avons fait un tapage épouvantable et après ce laps de temps, le front baigné de sueur, harassés de fatigue, nous nous sommes assis en considérant tristement le champ de bataille. Tout était sens dessus-



Fig. 36. — Amundsen et le docteur Cook en costume de peau de loup.
Photographie de Racovitza.

dessous dans la cabine ; nous avions cassé un tas de choses précieuses. Le jonc du docteur était transformé en balai, mon bâton gisait en trois morceaux sur le plancher, et le Rat toujours vivant, mais très essoufflé, accroupi sur la boîte à musique, nous regardait d'un œil torve.

La situation était complètement désespérée et je me laissais déjà gagner par un profond désespoir, lorsque le docteur Cook se leva et sans dire un mot, suivant son habitude, il prit un vieux morceau de papier d'emballage qu'il roula de façon à en faire un étui cylin-

drique qu'il alla placer dans un coin de la pièce. J'avais compris, mais néanmoins je suis forcé de constater en cette occurrence l'incontestable supériorité du fils de la jeune Amérique sur le produit de la vieille Europe.

Nous reprîmes la poursuite. Nous chassâmes doucement le Rat vers l'étui en papier ; il ne manqua pas de s'y introduire, et Cook, se jetant à plat ventre, empoigna de ses deux mains les bouts du cylindre. Enfin nous le tenions ! Et la victoire nous parut particulièrement douce. Cook plaça l'étui sur la table et avec une joie féroce je tapai avec ce qui me restait de mon bâton sur le malheureux Rat, en allant de la tête vers la queue, puis de la queue vers la tête et



Fig. 37. — Chenal dans la banquise, recouvert de jeune glace et de fleurs de givre.
Photographie du Docteur Cook.

ainsi de suite plusieurs fois ; aussi quand nous le retirâmes de l'étui, était-il aplati comme une galette.

Ce système nous réussit parfaitement dans la suite et c'est de cette manière que nous parvînmes à nous débarrasser d'une bonne partie de nos ennemis. Il en resta cependant qui furent rapportés par la *Belgica* à Anvers, où ils doivent faire souche de Rats aussi antarctiques qu'explorateurs.

Avec le retour du soleil, la température devint beaucoup plus douce. A la fin du printemps et en été le thermomètre ne descendit pas au-dessous de 25° et, malgré l'insolation relativement considérable (plus de +30° au thermomètre à boule noire), elle resta constamment au-dessous du zéro, à peu d'exception près. Le maximum

constaté a été de 1° au-dessus de zéro. La température moyenne de l'année — calculée pour la première fois en Antarctide — nous a donné un chiffre sensiblement inférieur à celui trouvé par 80° de latitude nord, au Spitzberg, c'est-à-dire 10° plus près du pôle. Ce chiffre indique que plus au sud, à la surface de l'inlandsis qui recouvre les masses continentales devant se trouver au Pôle Sud, la température doit être extraordinairement basse, plus basse qu'au centre du Groënland, car l'Antarctide est bien plus étendue que cette région terrestre.

Si la température était un peu plus douce pendant l'été, le vent continuait néanmoins à souffler en tempête ; le chasse-neige était toujours violent et le ciel toujours couvert de brume, aussi nous utilisions tous les beaux jours pour faire de longues excursions sur la banquise. C'étaient nos fêtes, et réellement le spectacle que présentaient les glaces n'était exempt ni de charme, ni d'intérêt. On suivait de préférence les longs chenaux d'eau libre qui, tels de vastes fleuves, parcouraient les champs de la banquise, car c'était sur leur trajet que se développait surtout la vie animale. Des troupes de Cétacés venaient souvent troubler la calme surface des eaux; des Hypérodons montraient leur dos arrondi et faisaient résonner les échos de la banquise de leur souffle puissant et saccadé. Des Balénoptères de petite taille élevaient leur tête noire au-dessus de l'eau et plongeaient, laissant derrière eux de grands remous. Des Manchots pêchaient à la surface, tandis que les Phoques gras et lourds sommeillaient sur les berges. Au-dessus du chenal les grands et petits Pétrels fendaient l'air de leur vol puissant ou gracieux. A perte de vue s'étendait ainsi le chenal et, dans la calme et froide atmosphère, des vapeurs grises montaient vers le ciel et décelaient son parcours jusqu'aux confins de l'horizon.



Fig. 38. — Au bord d'un chenal. Au premier plan un Manchot impérial (*Aptenodytes Forsteri*), au fond deux Manchots de la terre Adelie (*Pygoscelis Adeliae*). Photographie du Docteur Cook.

Les glaces antarctiques sont habitées par quatre espèces de Phoques qui toutes ont pu être étudiées par notre Expédition. Le vrai Léopard de mer (*Ogmorhynus leptonyx*), qui étend son

habitat jusqu'aux îles Kerguelen et Falkland, était fort rare sur notre banquise. C'est le plus grand des Phoques antarctiques ; sa taille dépasse 3 mètres et c'est en même temps le plus carnas-



Fig. 39. — Phoque de Weddel (*Leptonychotes Weddeli*).
Photographie du Docteur Cook.

sier. J'en ai vu deux qui déchiraient à belles dents des carcasses de Manchots que nous avions jetées par dessus bord.

Les Phoques les plus communs étaient le faux Léopard (*Leptonychotes Weddeli*) que nous connaissons déjà pour l'avoir rencontré dans le détroit de Gerlache, et le Phoque crabier (*Lobodon carcinophaga*), animal atteignant 2 mètres et dont le pelage est blanc pelucheux avec une légère teinte verdâtre. Autant le premier est bonasse, autant le second est irritable. Il n'aurait pas fait bon être trop à la portée des mâchoires, armées de canines aiguës et de molaires à quatre pointes recourbées



Fig. 40. — Tête du Phoque Crabier (*Lobodon carcinophaga*).
Photographie du Docteur Cook.

vers l'arrière, du *Lobodon*. En troupe, ou isolés, on les trouvait couchés sur la banquise, faisant des sommes interminables, paresseusement vautrés dans la neige qui, fondant sous eux, conservait l'empreinte de leur corps replet et massif. Dans l'eau ils nageaient avec une merveilleuse vigueur et une étonnante agilité. Ils venaient respirer régulièrement soit dans les chenaux d'eau libre, soit dans les trous qu'ils faisaient dans la jeune glace en la brisant violemment avec le sommet de leur tête. Je les ai vus se nourrir d'Ephausidés qu'ils capturaient à la façon des Baleines ; ils nageaient la



Fig. 41. — Phoque Crabier (*Lobodon carcinophaga*).
Photographie du Docteur Cook.

gueule ouverte, doucement, dans le banc de ces Crustacés, puis fermant la bouche, ils expulsaient l'eau à travers les dents et avalaient les animaux ainsi pêchés.

Au mois de septembre, le faux Léopard et le Lobodon mettent bas sur la banquise. Le jeune unique est couvert d'une épaisse fourrure, de la même couleur que celle des parents, mais beaucoup plus fournie. Le bébé, au moment de sa naissance, a une taille considérable : 1 m 15 ; il possède déjà des dents et des yeux parfaitement fonctionnels et même une couche de graisse sous-cutanée efficace pour le protéger du froid. Il peut donc immédiatement se tirer d'affaire tout seul ; aussi la mère l'abandonne-t-elle après l'avoir allaité seulement deux ou trois jours.

Nous n'avons rencontré les Phoques de Ross (*Ommatophoca Rossi*) qu'en été, et encore étaient-ils peu nombreux. Ces animaux sont les plus modifiés parmi les Pinnipèdes, car toute forme de quadrupède a disparu. Leurs membres antérieurs sont extrêmement réduits et le corps est tout à fait rond. Leurs dents sont très fragiles, mais extrêmement acérées, et elles sont recourbées en arrière comme les dents de serpent. Cette disposition est nécessitée par leur alimentation qui consiste exclusivement en Céphalopodes, animaux très agiles et glissants, que les pointes recourbées et aiguës de ce Phoque sont seules capables de maîtriser.

Ce Phoque possède aussi une aptitude curieuse qui le distingue

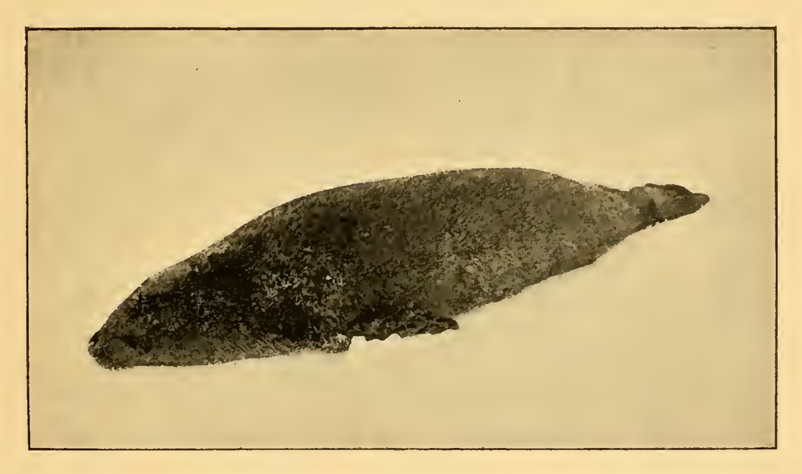


Fig. 42. — Jeune de Phoque Crabier (*Lobodon carcinophaga*) au moment de la naissance.

Photographie du Docteur Cook.

de ses congénères. Sa voix est beaucoup plus compliquée et les sons qu'il émet plus variés que ceux des autres Phoques. Il peut gonfler son larynx et en outre son énorme voile de palais, de façon à constituer deux caisses de résonnance, deux poches contenant grande provision d'air. Cela lui permet d'exécuter des trilles et arpèges aussi sonores que bizarres. Lorsqu'on l'irrite, il commence par gonfler son larynx en rabattant la tête en arrière. Il produit alors, la gueule ouverte, et son voile de palais distendu apparaissant comme une grosse boule rouge, un roucoulement semblable à celui d'une Tourterelle enrouée. Puis il ferme la gueule et émet un gloussement de Poule effrayée. Il expulse finalement avec violence, par les narines, sa provision d'air et cela produit un reni-

flement comparable à celui que fait un Cheval qui s'ébroue. Ces sons successifs ne constituaient pas une musique bien mélodieuse, je n'en disconviens pas, mais dans l'Antarctique où je n'avais pour satisfaire mon besoin musical que la voix de mon camarade et ami Arctowski, modulant des opéras polonais, le chant du virtuose antarctique n'était pas sans m'occasionner un certain plaisir.

Comme dans le détroit de Gerlache, nous fûmes visités par le très grand Pétrel (*Ossiphraga gigantea*), qui vint au printemps et en été dépecer les carcasses de Phoques entourant la *Belgica*. Au



Fig. 43. — Phoque de Ross (*Ommatophoca Rossi*) modulant un petit air antarctique.

Photographie du Docteur Cook.

printemps même, ils étaient là une trentaine, hideux, dégoûtant de sang et de graisse de Phoque, montrant néanmoins les plus tendres sentiments amoureux. C'était leur noce qu'ils célébraient sur la banquise, et constamment l'on voyait les mâles étaler leur queue comme les Paons et danser une bourrée devant leur repoussante moitié.

Dans leur besogne d'équarrisseurs, les Ossifrages étaient aidés par les Mégalestris (*Megalestris antarctica*) plus rares, mais aussi courageux et impertinents que dans le détroit de Gerlache. Mais comme habitants constants de la banquise, je ne puis citer que deux Pétrels: l'un, le Damier brun (*Thallassoeca antarctica*) plus rare, et un second, le Pétrel des neiges (*Pagodroma nivea*) que nous avons eu

comme compagnon fidèle pendant tout le temps de notre emprisonnement dans les glaces. Hiver comme été, son vol gracieux et rapide traçait de grands cercles autour de la *Belgica*. On ne peut souhaiter plus charmant compagnon de captivité que cet Oiseau des régions glacées australes, dont la taille ne dépasse pas celle d'un Pigeon et qui est blanc, tout blanc, d'une blancheur telle, qu'elle le fait remarquer lorsqu'il est posé sur la neige. Seuls les yeux, le bec et les pattes sont noir de jais. Doucement il plane sur les chenaux d'eau libre ; brusquement il fait un crochet et affleurant l'eau il emporte dans son bec le petit animal marin qui lui sert de nourriture, ou bien en larges essors il passe à la surface des vastes champs glacés de la banquise ; on dirait alors une petite houppe de soie toute blanche balancée par l'aile des zéphirs. Les peuples antiques, qui croyaient à la migration des âmes, n'auraient pas manqué de faire du Pétrel des neiges, s'ils l'avaient connu, le refuge des âmes sans tâche et sans reproche.

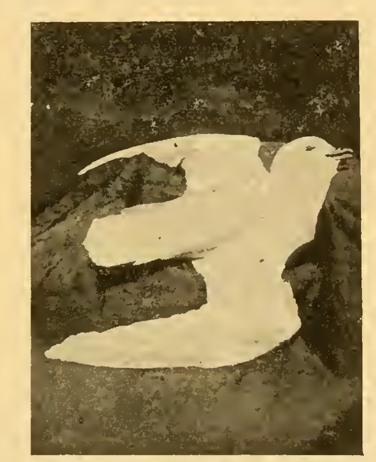


Fig. 44. — Le Petrel des Neiges (*Pagodroma nivea*).
Photographie du Docteur Cook.

Hélas ! le sentiment qu'éveilla en moi la vue de cet Oiseau se modifia fortement dans la suite, et cruelle fut ma désillusion. Que ressentiriez-vous s'il vous était donné de rencontrer une blanche vierge, au pur profil de madone, que troublé et ému, vous vous approchiez d'elle pour lui murmurer avec ferveur de douces et tendres paroles et qu'elle vous dise alors, d'une voix avinée, des paroles grossières? Vous ressentiriez sans aucun doute une sensation atroce. Eh bien, j'ai eu une sensation semblable en faisant plus ample connaissance avec le Pétrel des neiges. Un jour, d'un coup de fusil, je blessai l'un d'eux très légèrement à l'aile. Vous me direz que ce n'est pas un moyen recommandable pour entrer en relation avec les vierges, j'en conviens; mais mon excuse est que je n'en avais pas d'autre. Le petit animal tomba donc et s'accroupit sur la neige. Je me dirigeai vers lui pour le prendre. De loin il m'apostropha d'une voix criarde et quand je ne fus qu'à quelques pas, il se permit une chose qu'il

m'est bien difficile d'expliquer ici, mais que je vais essayer tout de même de vous faire comprendre, par périphrase, dans l'intérêt de la vérité.

Cet animal a le mal de mer à volonté et son contenu stomacal lui sert de projectile qu'il lance à quelques pas avec force et précision. En un clin d'œil, je fus couvert de choses innommables, et je n'essaierai même pas de décrire l'odeur qui s'en dégageait. Je m'empresse de vous dire que cela ne m'empêcha pas de le saisir et de l'incorporer dans notre collection zoologique. Les zoologistes en ont vu bien d'autres dans leur laborieuse carrière!

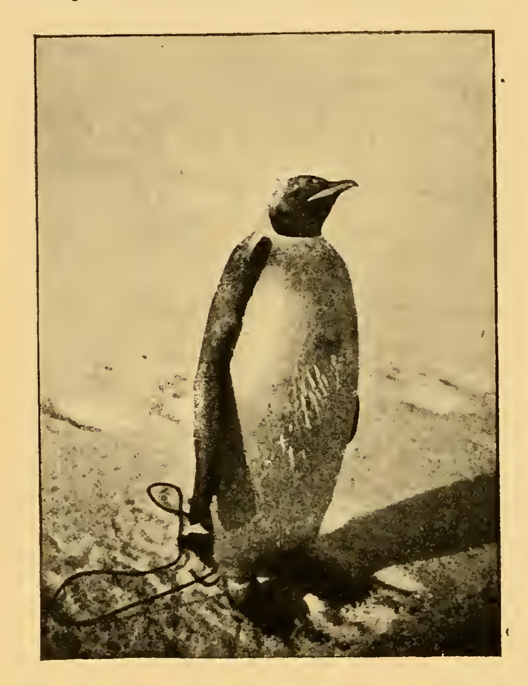


Fig. 45. — L'empereur des Manchots (*Aptenodytes Forsteri*).
Photographie du Docteur Cook.

Voilà les quatre Oiseaux bons voiliers qui habitent la banquise. Je passe sous silence trois autres espèces qui n'ont été vues qu'une ou deux fois, et qui doivent être considérées comme habitant la lisière et non l'intérieur de la banquise.

Il me reste à vous parler des Manchots, et des deux espèces observées je veux d'abord vous décrire celle qui est la plus imposante comme taille et la plus magnifique comme couleurs. L'Empereur des Manchots (*Aptenodytes Forsteri*) mérite en effet ce nom flatteur; sa taille atteint 1 m 10 et son poids 40 kilos. Sa tête noire à reflets verdâtres est relativement petite; elle est munie d'un bec allongé noir, avec une bande bleue et une autre écarlate. Le dos se drape dans l'habituel manteau des Manchots à fond de couleur sombre avec des taches bleues, et sur sa vaste poitrine comme sur son ventre formidable s'étale le blanc plastron aux reflets dorés. Il porte

fièrement de chaque côté de la tête une décoration orange et sur ses épaules sont attachées deux étroites épaulettes noires. Solidement installé sur le trépied formé par ses larges pattes palmées et sa queue aux plumes solides et flexibles, il laisse négligemment tomber le long de son corps dodu, ses ailes transformées en larges rames. Le cou légèrement infléchi, le bec tout droit, les yeux mi-clos, tel apparaît l'Empereur des Manchots dans la majesté de sa graisse et de sa quiétude. De longues heures durant, sur les berges des chenaux d'eau libre, abrité par une colline de glace, gravement il digère les innombrables Schizopodes dont il a bourré sa panse et, comme il n'a pas d'ennemi et comme personne n'ose s'attaquer à sa graisseuse majesté, point ne lui chaut ce qui se passe autour. Nous étions fort humiliés de l'extraordinaire dédain avec lequel il nous voyait approcher. Il ne prenait même pas la peine de nous regarder et des coups de bec dédaigneux répondaient seulement à nos attouchements. Mais la scène changeait lorsqu'on voulait le saisir : avec ses larges battoirs il distribuait des calottes tout à la ronde; un Homme avait peine à s'en rendre maître et cela non sans récolter force bleus et horions.



Fig. 46. — L'empereur des Manchots (*Aptenodytes Forsteri*, en marche, vu de dos.
Photographie du Docteur Cook.

Lentement il déambulait sur la banquise, mettant avec componction une patte devant l'autre. Sa grosse bedaine ballotait à chaque pas, sa tête rentrée dans les épaules suivait le mouvement, tandis que sa queue traçait un sillon sur la neige et que l'ensemble était animé d'un majestueux dandinement.

Vu de dos, lorsqu'il marchait ainsi sur ses pattes courtes et à peine visibles sous les fondements puissants de son corps, il ressemblait à s'y méprendre à un vieux Monsieur, très cassé et très gros, qui aurait perdu ses bretelles.

Le Manchot de la terre d'Adélie (*Pygoscelis Adeliae*) est un seigneur de moindre envergure et de moins riche costume. La tête et le bec sont noirs et l'œil encadré dans une paupière blanche : le dos est noir à taches bleues et le ventre et la poitrine blancs. Beaucoup plus petit de taille, à peine 0m60, sa vivacité contrastait

avec le calme et la lenteur de l'Empereur Manchot. Curieux et naïf, il ne manquait jamais de venir à notre rencontre. A trois pas de nous il se plantait sur ses pattes, et curieusement nous dévisageait tout en poussant de petits cris interrogatifs et en agitant ses ailes. Quand il n'est pas dérangé, il marche sur ses deux pattes en se dandinant, la tête penchée en avant, les bras le long du corps. Mais lorsqu'il veut courir rapidement, il se couche sur la neige



Fig. 47. — Manchots de la terre Adélie (*Pygoscelis Adeliae*) de la variété à gorge noire.

Photographie du Docteur Cook.

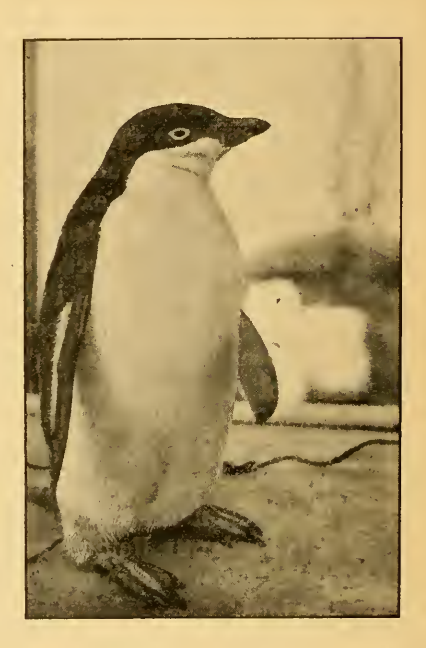


Fig. 48. — Manchots de la terre Adélie (*Pygoscelis Adeliae*) de la variéte à gorge blanche.

Photographie du Docteur Cook.

et se poussant avec les ailes et les pieds, il arrive à se donner une vitesse telle, qu'un Homme peut difficilement l'attrapper en courant derrière. Il se nourrit aussi en pêchant dans les bancs de Crustacés, et son agilité dans l'eau est réellement remarquable. Pour prendre pied sur la glace, il prend son élan dans l'eau en décrivant un vaste cercle et il s'élance sur les plaques de glace, qui ont souvent 2 à 3 mètres de haut, sans jamais manquer son coup.

D'habitude, nous les rencontrions par petites bandes et souvent isolés ; mais à la fin de l'automne, ils se rassemblent en troupes

nombreuses à l'abri d'une colline de glace pour procéder à une opération nécessaire mais délicate. Il s'agit en effet de muer pour avoir un plumage frais et en bon état pouvant résister au dur hiver. La mue dure deux à trois semaines, et pendant ce laps de temps ces animaux ne peuvent pas aller chercher leur nourriture ; aussi cette triste époque de jeûne fait disparaître la ronde bedaine qu'ils s'étaient amassée pendant l'été. Cette opération de la mue



Fig. 49. — Manchots de la terre Adélie (*Pygoscelis Adeliae*) installés derrière un hummock et en train de muer.

Photographie du Docteur Cook.

ne les met pas en bonne humeur, d'autant plus que pendant cette époque ils ont la fièvre de mue ; aussi les voit-on couchés sur la neige, la tête rentrée dans les épaules, grelottants et malheureux, et gare à tout ce qui passe à portée : Phoque ou Oiseau, Manchot ou Explorateur, tout être animé est violemment conspué et injurié par la colonie entière, maintenant debout sur ses pattes. Il leur arrive bien d'autres aventures, comme celle que je vais vous lire et que j'extrais telle quelle de mon carnet de notes.

Mercredi 22 février 1899 : « Journée bien commencée, mais mal terminée, pour la petite colonie de *Pygoscelis* en train de muer. Par le beau soleil de ce matin et dans le calme de l'air, les seize membres de la Société des mueurs trouvaient la vie agréable et le monde bien fait. Paresseusement roulés sur le ventre ou faisant le gros dos comme des gens un peu indisposés, ils se laissaient chauffer par la bonne chaleur du soleil et savouraient leur quiétude et leur tranquillité. Vers deux heures de l'après-midi, ils furent un peu dérangés par huit compatriotes arrivés de loin, par voie de terre, et qui voulaient entrer aussi dans la société. Après quelques grognements des anciens, les nouveaux purent se caser et commencèrent comme les autres la veillee de la mue. Mais voilà que se montre sur leur plaque un *Pygoscelis*, qui sans doute est un jeune de l'année à en juger d'après sa queue courte et sa petite taille. Comme tous les êtres jeunes il est un peu bruyant, pas mal étourdi et ne tenant pas en place; aussi dès qu'il s'est introduit dans le groupe et qu'il a commencé à courir de tous côtés en dérangeant les personnages graves et moroses de la société, un concert d'injures et de grognements se fait entendre, et le jeune intrus est vigoureusement expulsé, emportant comme souvenir une volée de coups de bec. Le voilà maintenant sur la plaque voisine promenant de tous côtés sa petite personne inquiète, allant sans but tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, mais, toutes les fois qu'il fait mine de retourner sur le champ de la mue, quelques grognements lui rappellent de cuisants souvenirs.

Mais changement de tableau. Le vent se met à souffler avec violence, des tourbillons de neige balayent la banquise, obscurcissant la vue. Il fait froid, et le froid est pénétrant car il est poussé par le vent à travers tout. La Société de la mue, tout entière sur ses pattes, donne des signes évidents de mauvaise humeur et d'inquiétude. On cherche des abris derrière les blocs de glace et l'on essaie les meilleures positions. Est-ce que couché ce ne serait pas mieux ? Peut-être en tournant le dos au vent ? Non, et le ventre ? Non plus; sac à papier que c'est ennuyeux ! Ah ! mais voilà qu'un malin a vu de loin un hummock ou monticule de glace, dont l'élévation lui paraît offrir un abri sérieux. Il pousse des cris en se dirigeant vers l'endroit, et voilà que toute la bande se met en branle et, en file indienne, cahin-caha, déambule par le milieu de la plaque. Les voici arrivés et ils procèdent à leur installation. Le jeune isolé de tout à l'heure n'avait pas ses yeux dans la poche; dès qu'il voit les autres filer, il s'élance aussi rapidement qu'il peut à leur pour-

suite et, profitant du tumulte qu'il y a toujours dans les déménagements, il se glisse au milieu de la troupe. Le tour est joué; chacun est trop occupé de ses propres misères pour regarder ce qui se passe autour.

Hélas ! le hummock ne sert à rien, le vent tourbillonne autour, mieux vaut la rase campagne, et voilà les Manchots en retraite vers le milieu de la plaque; douze d'entre eux, probablement ceux qui peuvent encore se mettre à l'eau, partent chercher un autre gîte meilleur, mais treize restent présentant l'aspect le plus comique qu'on puisse imaginer. Ils ont tous la tête rentrée dans les épaules et les plumes hérissées, et c'est dans cet équipage qu'ils errent tristement sur la plaque.

Voici l'un qui se place le nez au vent, mais il n'y reste pas longtemps! La neige l'aveugle ; il se retourne alors présentant au vent une extrémité moins délicate. Brrr! mais c'est pis ! la neige chassée par le vent violent pénètre sous les plumes soufflées à rebours et glace le corps. Ennuyée, la bête se remet sur les pieds, mais le vent la fait osciller, la neige l'aveugle. Plein de rage, voici le petit bonhomme qui fait aller ses pattes et gare au compagnon rencontré sur sa route. Un violent colloque s'engage et les injures pleuvent sur le collègue qui n'en peut mais.

Un peintre japonais seul pourrait croquer sur le vif le profond comique de la silhouette du Manchot furieux parce qu'ennuyé, cherchant vainement un gîte dans la perspective brouillée d'un tourbillon de neige ».

Les Manchots et les Phoques que je vous ai cités ne servaient pas seulement à nous distraire dans ces déserts glacés et à nous fournir des sujets d'observations biologiques. Ils nous servaient aussi de nourriture. La chasse aux Phoques et aux Manchots se pratiquait régulièrement, et je puis dire que tout animal vu était animal pris, et tout animal pris passait par la cuisine, si l'intérêt scientifique n'en réclamait la dépouille pour le laboratoire. Mais qu'il fût destiné aux études zoologiques ou aux opérations culinaires il passait toujours par mes mains. Mes camarades, sous le fallacieux prétexte que j'étais Docteur ès-sciences de la Sorbonne, donc par définition habile dans l'art de la dissection, m'avaient confié le soin de débiter en biftecks Phoques et Manchots. Je m'acquittais de cette besogne de mon mieux et je passais le résultat de mon travail à mon collaborateur Michotte, le cuisinier de l'Expédition, qui lui donnait la forme définitive.

Ce n'est pas pour être cuisinier que Michotte s'était embarqué

pour les régions antarctiques ; mais l'homme propose et les circonstances disposent ! Il serait trop long de vous narrer pourquoi le cuisinier engagé en Europe nous faussa compagnie dans le détroit de Magellan. Il me suffit de constater que lorsque nous quittâmes l'Amérique pour le Pôle-Sud, nous n'en avions point et alors le commandant s'adressa à MICHOTTE. Il fit appel à son dévouement et MICHOTTE accepta simplement et noblement les importantes fonctions de cuisinier de l'Expédition antarctique belge. Ce n'est pas que MICHOTTE ait eu une éducation antérieure qui le préparât à l'art difficile qu'il allait dorénavant exercer. Il avait été légionnaire en Algérie et



Fig. 50. — Louis Michotte dans l'Antarctide.

Photographie du Docteur Cook.

point n'ai entendu que la vie des camps soit propice aux expériences culinaires. Néanmoins si MICHOTTE se tira fort bien, et tout à son honneur, de la délicate situation où le hasard l'avait placé, c'est qu'il avait l'esprit subtil et une méthode absolument sûre que je puis sans inconvénient vous livrer et qui pourra, je l'espère, être utile à quelque jeune et inexpérimentée ménagère. Cette méthode était celle du *mélange* et voici comment MICHOTTE l'appliquait.

Toutes nos provisions étaient enfermées dans des boîtes en zinc

soigneusement soudées; mais si le nombre des « individus boîtes » était grand, le nombre des espèces de plats était restreint. Or, la bonne cuisine doit être variée, aussi Michotte descendait dans la cambuse et pêchait une belle boîte bleue contenant du Mouton d'Ecosse. Il chauffait le tout et servi chaud, cela constituait le plat du lundi. Le mardi Michotte retournait à la cambuse, il prenait cette fois-ci une boîte rouge, contenant du Lapin d'Australie et préparé de la même façon, cela constituait le plat du second jour de la semaine. Le lendemain il mêlait ce qui restait du Mouton d'Écosse avec ce qui restait du Lapin d'Australie et cela constituait un plat nouveau pour le mercredi.

Mais où la méthode du mélange arrivait aux hauteurs vertigineuses du chef-d'œuvre, c'était dans le potage. Tout ce qui restait des repas du matin, de midi et du soir, tout ce que l'œil fureteur de Michotte découvrait dans les vieilles boîtes de conserves et les tiroirs, tout ce qui traînait d'à peu près comestible sur le pont ou aux environs, tout cela se donnait rendez-vous dans la soupière. Aussi lorsque Michotte posait triomphant sur la table le réceptacle métallique qui dans ses flancs bossués contenait son œuvre et que le commandant soulevait le couvercle, il se répandait dans le carré une odeur que je qualifierai de franchement indéfinissable.

Mais Michotte fabriquait un pain excellent, et tous les jours dès le matin, les petites boules à croûtes dorées, nous réjouissaient la vue et délectaient nos estomacs. Seuls, ceux qui ont vécu dans la même situation que nous, peuvent comprendre ce que ces petites douceurs veulent dire. Aussi sommes-nous tous profondément reconnaissants à notre camarade qui se levait, pour faire le pain, quatre heures avant les autres, qui sacrifiait donc son propre repos au bien-être de ses compagnons.

Et Michotte aurait été l'homme parfait par excellence, s'il n'avait eu un très léger défaut. Michotte était ambitieux. Or il n'ignorait pas que pour un cuisinier, devenir pâtissier était une gloire sans pareille, c'était le bâton de maréchal du métier; aussi mordu par l'ambition, déclara-t il froidement un jour qu'il allait nous confectionner une tarte aux confitures en pâte feuilletée. Cette prétention nous parut tellement absurde que nous oubliâmes la menace de notre camarade. Cependant le jeudi suivant — on verra par la suite que j'ai de bonnes raisons de ne pas oublier ce jour, — vers la fin du repas, la porte du carré s'ouvrit et Michotte apparut l'air grave et solennel, portant à bras tendus quelque chose dans un plat qu'il déposa avec respect sur la table. Il s'éclipsa ensuite, pro-

bablement pour se dérober aux ovations. Restés seuls avec la chose, nous la considérâmes curieusement ; c'était sur le plat un objet arrondi, de couleur jaunâtre, ressemblant à un disque en bois, sur lequel était parcimonieusement étalé un mélange de confitures. D'une cuiller hésitante chacun râcla sa part du mélange sucré, et après en avoir goûté, nous déclarâmes que ce n'était pas mauvais ; mais quelle singulière idée a eu Michotte de nous servir cette confiture sur une rondelle en bois, nous demandions-nous ?

La porte s'ouvrit de nouveau. C'était Michotte qui, voyant qu'on ne le rappelait pas pour le féliciter, se décidait à venir cueillir en personne la récompense attendue. Son premier regard fut pour le plat et à sa vue, sa figure devint sévère. Il nous déclara froidement que ce nous avions laissé, la dite rondelle en bois, c'était bien la tarte à la pâte feuilletée, et nous n'en avions consommé que la garniture. Il y avait tant de sévérité dans le regard de Michotte et tant de déception imprimée sur ses traits, que nous fûmes émus de l'état d'âme de notre camarade, et nous armant de nos couteaux et autres intruments contondants, nous finîmes par débiter péniblement la tarte en menus copeaux, que nous fîmes disparaître dans nos estomacs révoltés, sous le regard réconcilié de Michotte.

Mal nous en prit de notre bonté d'âme ; car depuis lors, le jeudi fut le jour redouté de la tarte et la structure d'icelle ne changeait guère. C'était toujours sur une rondelle brunâtre, le mélange parcimonieusement distribué de confitures variées. Seule la consistance de la pâte variait ; elle oscillait entre celle du bois et celle du grès.

Nous étions maintenant en plein été et le jour ne faisait plus place à la nuit. Quand par hasard le ciel était clair, on pouvait voir le soleil décrire un grand cercle sur le ciel sans jamais disparaître sous l'horizon. La neige sur la banquise avait diminué beaucoup d'épaisseur et, ici et là, de petites flaques d'eau luisaient sur les champs de glace. Notre situation restait cependant la même. La *Belgica* était toujours solidement gelée dans une vaste plaine, et il n'y avait aucun indice pouvant nous laisser espérer que des fentes se formeraient nous permettant de sortir.

Au bord de notre plaine un chenal persistant s'étendait au loin vers le nord et souvent, pendant les moments de détente, il s'élargissait, formant une voie d'eau de plus d'un kilomètre de largeur. On décida, puisque la glace ne s'ouvrait pas d'elle-même, de creuser un canal artificiel allant du bateau à ce chenal naturel. La distance était de 760 mètres, et pendant un mois nous avons scié

par équipes, jour et nuit. On fit d'abord avec des pioches un étroit



Fig. 51. — « Five O'clock Tea » sur la banquise. L'équipe de jour au repos.
Photographie du Docteur Cook.



Fig. 52. — Le canal artificiel. On détache une grande plaque de glace.
Photographie du Docteur Cook.

fossé dans la glace jusqu'au niveau de la mer, de chaque côté du

canal projeté ; puis avec des scies on coupa la glace immergée. On réunit ensuite par des traits de scie, de place en place, les bords du canal. De grandes plaques de glace furent ainsi détachées, à l'aide de dynamite, et poussées dans le chenal naturel.

Nous avions presque terminé notre travail de sciage et de déblaiement, nous n'avions plus que deux jours de travail pour faire sortir le bateau, quand une forte pression inutilisa notre œuvre. Une fente, passant par l'emplacement de la *Belgica* et prolongeant notre canal, divisa la plaine de glace en deux morceaux ; le plus petit fut serré contre le plus grand et notre canal artificiel se ferma. Nous étions prisonniers de nouveau, et notre situation était des plus mauvaises, car les deux fragments jouaient l'un sur l'autre, et la *Belgica* se trouvait juste à la charnière. Nous avons eu la chance de ne pas avoir eu de fortes pressions pendant les 15 jours que nous sommes restés dans cette situation, car le navire eut été infailliblement écrasé.

Le 15 février, une détente se produisit ; notre canal artificiel s'ouvrit de nouveau et, quoiqu'avec peine, nous fûmes assez heureux de réussir à faire avancer la *Belgica* jusque dans le canal naturel. La navigation recommença pour la première fois depuis treize mois ; de nouveau le navire lancé à toute vitesse heurta avec violence les plaques de glace en les brisant sous son poids. Pendant douze heures nous fîmes route vers le nord. A la fin de la journée nous étions arrivés dans une région formée de plaques et de champs de faibles dimensions, mais tellement serrés les uns contre les autres, qu'il nous fut impossible d'avancer.

Pendant quinze jours encore nous restâmes prisonniers, et longs nous paraissaient ces jours, car la lisière de la banquise était à une dizaine de milles, et douloureuse devenait l'impatience de savoir la liberté si près et notre impuissance si grande. Au nord, le ciel à l'horizon était si bleu qu'on ne pouvait douter de sa signification. C'était le *Waterski* des marins polaires, c'était l'aspect du ciel normal qui contraste si fort avec l'*Iceblink*, le ciel des glaces, blanc reflet de la banquise sur les nuages. Du haut du mât, du nid de pie, on voyait la ligne de l'horizon s'élever en ondulations régulières. C'était la houle de la mer libre qui rythmiquement élevait et abaissait sa crête ; on la sentait même à l'endroit où nous étions, et cela rendait bien dangereuse notre situation. Sur le dos de la houle en effet s'élevaient les glaçons, les plaques et les champs de glace. Ceux qui étaient voisins du navire heurtaient violemment ses flancs et sinistrement craquait le bois sous leurs

coups répétés. On était forcé de faire constamment sauter à la dynamite les glaces voisines plus grandes, ou d'abattre à la hache les angles trop pointus, et l'on avait soin de maintenir autour du navire une région de petits glaçons qui amortissaient un peu la violence des chocs.

Le 13 mars au matin, le vent souffla du sud. Une forte dérive se produisit ; entre deux gigantesques icebergs, le bateau, avec les glaçons qui l'entouraient, fut poussé violemment vers le nord. Formidables étaient les pressions et stridents les gémissements de la glace qui se fendait. Ce pouvait être ou notre perte ou notre salut ; ce fut notre salut, car une fois les icebergs dépassés, la *Belgica* se trouva dans une région maniable. A toute vapeur nous fonçâmes sur les glaçons et au bout de trois heures nous étions à la lisière. Devant nous s'étendait l'Océan creusé des profonds sillons de la houle ; derrière nous la blanche banquise, et un point à l'horizon au sud qu'à peine on apercevait avec la longue-vue, une plaque couverte de cendres et de charbon, de débris et de déchets, indiquait par sa couleur noire le lieu où la *Belgica* avait passé les treize longs mois de sa captivité.

Je dois constater que l'impression que nous causa notre libération ne fut pas du tout celle que se forgeait notre imagination pendant notre emprisonnement. Nous étions sûrs qu'une fois à la lisière, nous allions fuir au plus vite la banquise désolée et haïssable. Il n'en fut pas ainsi ; nous restâmes un jour sur place pour sonder et draguer, et quand vint le moment de cingler vers le nord, nous avons pu constater avec étonnement que nous ne quittions pas cette banquise sans un léger serrement de cœur.

Pendant de long mois nous y avons souffert, mais nous avons eu aussi des moments heureux ; nous y avons vécu plutôt mal, il est vrai, mais qu'importe, nous y avons vécu tout de même. N'est-ce pas suffisant pour faire naître le regret !

Quinze jours de violentes tempêtes, mais soufflant du bon côté, nous permirent de parcourir environ deux mille milles avec une rapidité très grande. Je n'insiste pas sur le fantastique atterrissage à la côte ouest de la Terre de Feu, je ne veux pas vous narrer comment nous perdîmes deux ancres à l'île Noire, comment nous passâmes entre la Voie lactée et les Furies par le plus épouvantable des ouragans pour entrer dans le canal Cockbourn. Le 27 mars au matin, nous jetions l'ancre dans la rade de Puntas Arenas.

Ici, nous pouvons prendre congé, Mesdames et Messieurs, car je ne vous suis plus d'aucune utilité. Puntas Arenas est une ville

civilisée et trois lignes de magnifiques paquebots la relient au reste du monde.

Il me reste à vous remercier pour la bienveillante attention avec laquelle vous avez suivi ma longue causerie, et je vous demande la permission de dire, en terminant, deux mots aux jeunes collègues qui m'ont fait l'honneur d'assister à cette séance.

Mes chers Camarades,

Voyagez, allez explorer les régions inconnues ou mal étudiées de notre globe, sortez du milieu forcément étroit où vous vivez. Vous voyez bien qu'on en revient toujours, même lorsqu'on part sur un tout petit bateau pour affronter les tempêtes, les terres inhospitalières et les banquises glacées.

Et le profit que vous retirerez de n'importe quel voyage sera énorme. Votre volonté sera plus aiguisée, vous aurez une vue plus juste des hommes et des choses, vous vous habituerez à ne compter que sur vous-même, ce qui vous donnera une confiance plus grande dans vos propres forces.

Et si vous êtes friands de récompenses, partez sans crainte. Je me porte garant que vous serez récompensés, et même plus que ne mérite l'effort que vous avez fait. Vous le voyez bien par ce qui se passe ce soir. Vous voyez bien que moi qui suis un candidat naturaliste comme vous, j'ai eu le grand honneur de parler au nom de la Société Zoologique de France, et vous pouvez constater que ceux qui m'écoutent sont des maîtres de la science et l'élite intellectuelle de Paris, la ville lumière.

Et vous aurez en outre la satisfaction intime de pouvoir vous dire que vous avez accompli un effort utile, car quelle que soit la faiblesse du résultat que vous aurez obtenu, ce sera toujours quelque chose qui viendra s'ajouter à cette œuvre commune de l'humanité qu'on nomme la Science, et qui est la gloire la plus pure de l'époque moderne.

LILLE. — IMP. LE BIGOT FRÈRES



CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Séance du 18 Décembre 1900

LA NOTION DE FORCE, LE PRINCIPE DE L'ÉNERGIE ET LA BIOLOGIE GÉNÉRALE, A PROPOS D'UN LIVRE RÉCENT

par **P. VIGNON**

Préparateur de zoologie à la Sorbonne.

Avant-Propos. — Force, énergie, dynamisme et mécanisme, voilà des mots obscurs : ils sont pourtant au fond de toute discussion vraiment scientifique.

La *force*, c'est ce qui cause le mouvement ; mais, ce disant, on n'a rien dit. Les *mécanistes* ne voient pas d'autre cause au mouvement que le seul mouvement : les atomes, inertes parce qu'ils sont matériels, ne possèdent pas d'autre activité que celle que leurs voisins leur transmettent en les heurtant. Pour les *dynamistes*, au contraire, ce sont des principes d'activité, extramatériels si la matière existe comme chose inerte, qui créent le mouvement. De suite il faut dire, pour prévenir toute accusation de métaphysique invérifiable, que le mécanisme sera renversé, si l'on prouve que la quantité totale de mouvement n'est pas une constante dans un système clos.

Pour poser le problème avec précision, la pesanteur est un exemple excellent. Le dynamisme estime qu'un corps suspendu est immobile, et que, laissée libre d'agir, la pesanteur le fait tomber. Mais voilà, pour le mécanisme, une conception trop simpliste : il n'y a, dans la nature, ni attractions, ni répulsions, ni tendances quelconques ; il y a des mouvements invisibles, qui se transforment en des mouvements visibles. Si haut qu'on remonte, la cause d'un mouvement est dans un mouvement antécédent : voilà la force.

Passons à l'*énergie*. Il est entendu que c'est, soit une capacité de

travail, et alors on l'appelle énergie potentielle, soit un travail actuel, c'est-à-dire une quantité de mouvement, et on l'appelle énergie cinétique ou force vive. Le travail accompli produit une capacité de travail, et inversement.

Si telle ou telle force existe, par exemple, l'attraction newtonienne, elle possède de l'énergie potentielle en proportion du travail qui a été produit à son profit : la répartition de l'énergie entre les forces, dépend de leurs mises en tension respectives. L'énergie potentielle est la puissance d'agir que possède une force, en raison de l'état d'équilibre du système matériel. L'énergie cinétique est la puissance qu'elle développe à un moment donné, en agissant. Tant que l'énergie reste à l'état potentiel, la matière est immobile. En usant cette provision, la force crée le mouvement.

Mais si la force n'existe pas, un système isolé dynamiquement, supposé immobile, ne sera jamais mis en mouvement : il ne possède aucune capacité de travail et la notion d'énergie potentielle disparaît. Ce qui seul constitue une capacité de travail, c'est un mouvement actuel, c'est-à-dire une énergie cinétique. Comme il n'y a pas création de mouvement, il n'y a pas transformation d'une espèce d'énergie dans l'autre, mais simplement passage du mouvement d'une masse sur une autre.

C'est ainsi que le mécanisme, placé en présence de trois notions : 1° la force, principe d'action ; 2° l'énergie potentielle d'une matière immobile ; 3° l'énergie cinétique d'une matière en mouvement, supprime les deux premières, ne garde que la troisième et l'appelle *la force*.

Quant à des *propriétés spécifiques*, la matière du mécanisme n'en possède aucune. Les corps simples, les corps composés et les êtres biologiques, ces trois degrés de l'organisation de la matière, sont tous, au même titre, des agrégats, formés, au hasard des chocs, avec une *seule et même substance*. Il n'y a pas d'individus, mais des groupements. La matière change de mouvement, jamais de nom.

Le dynamisme, au contraire, reconnaît, dans la chaîne des transformations matérielles, l'existence réelle de crans d'arrêt, qui sont les êtres chimiques ou biologiques, crans d'arrêt dont le mouvement seul, essentiellement fluide, est incapable de rendre compte. Le dynamisme voit que, dans la série de ces êtres, si puissamment individualisés, la matière conquiert, par voie de transformations, des propriétés spécifiques et constitue *autant de substances nouvelles*. Partie de l'obscure attraction, la matière s'élève jusqu'à la volonté, l'amour et la pensée. Ce faisant, elle

possède des pouvoirs croissants, et c'est à des forces spécifiques, de plus en plus parfaites, qu'elle les doit. La force spécifique, l'âme des êtres vivants, est la cause de la substance matérielle ; les forces particulières que nous isolons par une analyse subjective, ne sont que des modes de l'activité typique.

Nous pensons que la biologie générale est directement intéressée à la solution du problème de la force. Pour découvrir cette solution, il faut remonter à la source même des deux courants, dynamiste ou mécaniste, entre lesquels se partagent les penseurs. L'examen d'un ouvrage récent, écrit tout exprès pour refouler quelques tendances dynamistes qui se produisent aujourd'hui, nous prouvera que telle est la vraie manière de procéder.

Les hypothèses de construction et la doctrine scientifique. Plan de cette causerie.

Messieurs, depuis que mon éminent maître M. le professeur Yves Delage a bien voulu m'engager à faire cette *causerie*, le plan en a été modifié plusieurs fois dans mon esprit. Mon premier projet était de vous parler, d'une façon à peu près impersonnelle, d'un nouvel ouvrage, très digne d'intérêt, très instructif, concernant la Biologie générale. Il s'agit de l'ouvrage du professeur M. Kassowitz, de Vienne, ou, tout au moins, du premier volume, consacré à l'assimilation et à la désassimilation (1). Toutefois, il me sembla, par la suite, qu'un pareil compte-rendu devait être compris d'une façon plus libre et plus critique, de sorte que je cherchai à dégager les idées maîtresses de l'auteur, afin de les apprécier, soit en elles-mêmes, soit par rapport au mouvement général des esprits.

Dans cette recherche, ce qui me parut bientôt tout à fait essentiel, ce fut de distinguer nettement entre la pensée directrice et les hypothèses, simplement destinées à relier les matériaux que fournit l'expérience. Ce qui est fondamental, ce qui possède une valeur intrinsèque, ce qui caractérise l'œuvre d'un savant, parfois même celle de tout un siècle, c'est la méthode, révélatrice de la pensée philosophique. Quant aux hypothèses de construction, si indispensables qu'elles paraissent à leur auteur, celui-ci ne doit pas ignorer qu'elles gardent un caractère provisoire. Comme M. Poincaré le rappelait ces jours derniers, le nombre de ces combinaisons pos-

(1) Kassowitz, M. : Allgemeine Biologie. I, Aufbau und Zerfall des Protoplasmas, 402 p. II, Vererbung und Entwicklung, 383 p. Vienne, 1899. (Cet ouvrage sera analysé dans l'*Année biologique*).

sibles est pratiquement indéfini (1). On sait qu'elles pêchent le plus souvent par leur ingéniosité même, et qu'il est quelque peu oiseux de chercher à deviner les procédés de la nature. Bref, nous n'ignorons pas qu'en proposant ces hypothèses, nous cherchons à porter la discussion sur un terrain précis, et nous savons que c'est quelquefois leur chute qui marquera le vrai pas en avant.

Un exemple nous montrera de quelle façon le critique doit en agir avec ce genre d'explications. Lorsque M. Yves Delage fut conduit à analyser les multiples théories microméristes de la Vie, non content d'élever des objections très sérieuses contre les agencements particuliers imaginés par chacun de leurs auteurs, il s'attacha à dégager la portée philosophique générale de tous ces systèmes (2). Une fois bien établi que les conceptions microméristes tendent à un véritable fétichisme, par exagération des qualités occultes arbitrairement attribuées à des éléments ultra-microscopiques, hypothétiques eux-mêmes, on se retournera plus résolument vers l'étude du protoplasma, envisagé comme un complexe physico-chimique, soumis à des conditions d'équilibre déterminées (3).

En face des théories microméristes se dressent en effet les doctrines qui mettent au premier plan les propriétés physico-chimiques du protoplasma : c'est ainsi que procède avec grande raison M. Kassowitz. De quelque façon que soit constitué le protoplasma, dans sa composition quantitative il obéit aux lois de la chimie, à celles de la physique dans sa structure moléculaire. En cherchant à approfondir cette structure et cette composition, nous savons que nous sommes sur la bonne route. La vie plonge de profondes racines dans le monde minéral : ce sont ces racines qu'il faut trouver.

Telle est la voie que la physiologie générale a suivie pendant la dernière moitié du siècle qui s'achève, voie dans laquelle elle a

(1) Poincaré, H. : Les relations entre la physique expérimentale et la physique mathématique. *Rev. Sci.* (4), 2e sem., XIV, p. 705-717, 1900.

(2) Delage : La structure du protoplasma et les théories sur l'hérédité, 339 p., Paris, 1895.

(3) D'ailleurs, de la part des savants mécanistes, toute théorie microməriste est une contradiction manifeste, puisqu'ils attribuent à leurs Biophores des qualités *irréductibles à des mouvements* Veulent-ils donner aux atomes à tout le moins la perception et la mémoire, voilà deux accrocs au mécanisme. La perception *accompagne* le mouvement; elle n'est pas le mouvement. La mémoire, si elle n'est pas la cause d'un mouvement spécifique, c'est-à-dire si elle n'est pas une force, ne peut jouer aucun rôle dans l'hérédité. Nous aurons l'occasion de revenir ailleurs sur ce *mécanisme hylozoiste*, qu'on trouve exposé notamment dans les travaux de J. Soury.

marché avec enthousiasme d'abord, puis d'un pas de plus en plus hésitant : la vie garde son secret, et nos explications, leur fragilité.

Puisque la méthode est bonne, faut-il s'en prendre aux applications ? Faut-il rejeter, comme des outils usés, les théories bien connues, les théories thermo ou électro-dynamiques, celle de la valeur calorifique des aliments, la théorie osmotique, celle des ferments figurés et des ferments solubles ? Faut-il englober dans une même réprobation tous les systèmes qu'on appelle, en Allemagne, *cataboliques*, suivant lesquels les substances introduites dans l'organisme, réagissant les unes sur les autres, constituent un protoplasma qui n'a que la valeur d'un mélange ? Faut-il nous raccrocher désespérément au système opposé, le système *métabolique*, qui ramène tout à la construction et à la destruction de molécules protoplasmiques chimiquement définies ? Enfin, de quel œil philosophique faut-il envisager ces systèmes ? Telles sont les questions que s'est posées KASSOWITZ.

Comment y a-t-il répondu ? Tout d'abord en affirmant la supériorité du système métabolique, ce dont nous conviendrons avec lui ; puis en imaginant quelques hypothèses très simples, lesquelles nous paraîtront, peut-être, un peu trop simples ; enfin et surtout en proclamant, dogmatiquement, le droit exclusif à l'existence de la doctrine mécaniste, comme seule compatible avec les exigences de la méthode physico-chimique.

Si nous voulons apprécier la valeur générale de cet ouvrage, c'est, évidemment, sur la portée de cette affirmation a priori que nous devons discuter : car c'est la doctrine mécaniste qui a guidé l'auteur dans le choix de ses hypothèses, et qui lui a, par avance, dicté ses conclusions biologiques. Et voilà pourquoi cette causerie sera consacrée à une étude critique du mécanisme, et constituera une tentative pour résoudre le problème de la force.

Vous craindrez, peut-être, qu'en abordant des sujets d'une portée aussi générale, nous ne devenions infidèles à notre titre de *Société Zoologique*. Ne le pensez pas : évidemment nous ne ferons pas, immédiatement, de la *Zoologie systématique ;* mais, incontestablement, nous travaillerons à écrire une préface à la *Zoologie générale*. Or, qu'est-ce qu'un livre sans préface ? C'est un tableau sans atmosphère lumineuse. Avant tout effort scientifique, il faut éclairer sa lanterne (1).

(1) Voir plus bas l'annonce de la prochaine communication de M. BÜTSCHLI au Congrès de Berlin.

Voici donc, Messieurs, quel va être notre plan. Tout d'abord analyser ce que nous pouvons appeler le cas de M. Kassowitz : cette analyse nous prouvera comment, possédant une bonne méthode, la méthode physico-chimique, nous pouvons pécher par la manière de nous en servir. — En second lieu. montrer que les physiologistes se rendent compte de leur impuissance à pénétrer le mystère de la vie. — Cela fait, rappeler combien la vie et le monde minéral se compénètrent intimement, si bien qu'on ne peut expliquer l'une sans l'autre. — Si la solution que nous donnons de ce double problème reste incomplète, la faute en est-elle seulement à nous autres hommes de science ? Si nos efforts restent trop souvent stériles, la pensée contemporaine, dans son ensemble, n'en est-elle pas un peu responsable ?

Tel sera l'enchaînement de quelques-uns des paragraphes qui vont suivre. Mais nous n'aurons ainsi accompli que la première partie de notre tâche. La seconde consistera à montrer que la science, qui s'occupe de tant de choses, devrait tout d'abord résoudre définitivement le dilemme que nous avons signalé dans notre avant-propos. Jusque-là, elle pourra accumuler les matériaux précieux ; mais elle ne réussira pas à poser des règles stables à la pensée humaine : tel est, cependant, le but véritable de ses efforts. — Nous chercherons enfin à rassembler quelques-uns des éléments nécessaires pour la solution de ce que nous regardons comme le problème essentiel. Afin d'être plus clair, nous supposerons, *pour la durée de cette conférence*, que ces lumières sont suffisantes, et nous les projeterons, en terminant, sur la biologie générale.

Dans cette exploration sommaire du domaine de la force, ne croyez pas que nous perdions de vue le problème biologique, puisque nous n'abandonnerons pas l'étude du mouvement et que le mouvement, c'est la vie : vie de l'univers, vie des êtres chimiques, vie enfin des êtres biologiques. Avant de nous mettre en route, laissez-moi m'excuser de ma témérité, en invoquant l'intérêt passionnant des questions à traiter, ainsi que leur enchaînement inéluctable.

D'ailleurs, il ne s'agit ici que de jeter ensemble un coup de sonde, d'échanger nos doutes, de provoquer des objections, de préparer des solutions. Je serai obligé de vous présenter, comme des raisonnements complets, ce qui, soit par suite du peu de temps dont je dispose ici, soit par la faute de mes connaissances, ne constituera guère que des indications. Cependant, je souhaiterais qu'il restât quelque chose de notre travail d'aujourd'hui, et qu'on

estimât possible et désirable de remettre à l'étude la question de la force (1).

II. — L'OUVRAGE DU PROFESSEUR KASSOWITZ.

Nous disons que seule la méthode physico-chimique nous permet de décomposer en ses éléments la courbe de la vie. C'est la méthode analytique par excellence. Elle suffira donc sûrement aux physiologistes purs, parce qu'ils étudient l'être biologique par voie de dissection. Mais peut-elle également suffire aux biologistes proprement dits, c'est-à-dire à ceux qui veulent replacer la vie dans son cadre, en étudier l'apparition et le développement, éclaircir le mystère de l'hérédité et celui des phénomènes de conscience, rebâtir enfin par synthèse l'être complet ?

Oui, selon nous, il faut bien qu'elle leur suffise, et d'ailleurs c'est la seule possible. Mais cette méthode vaudra en proportion des connaissances que nous aurons tout d'abord acquises sur le monde minéral. *Si, réellement, la force y est partout, comment comprendre, sans elle, le monde biologique ?*

Donc la méthode physico-chimique est bonne : le vice d'application, c'est de ne pas s'assurer, en édifiant un système biologique, si l'on bâtit sur le sol dur. On veut lutter contre un vague vitalisme renaissant ; on veut ramener la biologie au *mécanisme* le plus rigoureux ; mais a-t-on le droit d'être *mécaniste*, physiquement et chimiquement parlant ? Voilà ce qu'on ne se demande pas (2).

On se figure parfois qu'on va trouver un terrain solide en simplifiant les réactions vitales : tel rouage est mystérieux, on le sup-

(1) Notre guide principal, dans la partie critique de ce travail, sera le grand physicien G.-A. HIRN, dont la vie scientifique a été consacrée à combattre le mécanisme. Mais il nous laissera à moitié route, car il n'a pas étudié la nature du composé chimique, et il a, assez malheureusement, distingué entre la force et le principe animique : pour nous, l'âme n'est rien, si elle n'est la source d'une activité spécifique de la matière, c'est-à-dire une force productrice d'une substance.

(2) Citons de suite un exemple caractéristique : M. KASSOWITZ élève tout une série d'objections très fortes contre la théorie des *actions physiques moléculaires* de NAEGELI ; mais il ne s'aperçoit pas que ces objections atteignent directement le mécanisme. Si, en effet, la chimie comporte autre chose que des actions physiques moléculaires, qui signifient, ici, des *vibrations actuelles*, ce seront des attractions spécifiques et des énergies potentielles, choses inconnues du mécanisme. Ailleurs, comme nous allons le voir, KASSOWITZ se sert explicitement d'attractions spécifiques. Voit-on comment, quand il revient à la physico-chimie, le sol manque sous ses pas ?

prime : mais la machine ne fonctionne plus. Les théories cataboliques plaçaient dans les humeurs le siège de réactions presque indéfinissables. Elles ne cherchaient pas à éviter l'action comme invisible des ferments solubles, qui sont capables d'accomplir, avec des masses infimes, des travaux considérables. En édifiant sa théorie strictement métabolique et en ramenant tout à la synthèse ou à l'analyse des molécules de protoplasma, Kassowitz a le droit de penser qu'il sera beaucoup plus clair. Mais en outre, il va négliger le plus possible ces ferments, sauf quelques-uns, qui sont vraiment trop incontestables : c'est comme la chlorophylle, qui sent son vitalisme d'une lieue, et qu'il faut bien respecter cependant. Les ferments à peu près proscrits, pour accomplir les actions désoxygénantes qui précèdent l'assimilation proprement dite, l'auteur va chercher quelque force physico-chimique d'allure très simple : il ne trouve qu'une certaine *attraction sympathique*, à double action, dont nous parlons en note un peu plus bas, et cette force, que le mécanisme devrait ignorer puisque c'est une attraction, reste elle-même tout à fait inférieure au rôle qu'on lui destine.

Voilà maintenant, grâce à cette même attraction sympathique, le protoplasma constitué ; il faut qu'il fonctionne. Nous savons qu'il ne le fait qu'en répondant aux excitants, tels que l'influx nerveux, par une désagrégation moléculaire. Cette désagrégation s'accomplit, nous le savons aussi, suivant deux modes très différents : Kassowitz les attribuera l'un comme l'autre à de simples secousses mécaniques ; bien plus, il semble que les secousses les plus faibles devront causer les bouleversements les plus profonds. Après quoi, l'oxygène, toujours présent à l'état libre depuis la phase réductrice de l'assimilation, inoffensif jusqu'ici, va devenir soudain actif, et s'emparer, en respectant toutefois ce qui restera de leurs groupements [!], des mêmes radicaux qu'il avait tout à l'heure bénévolement abandonnés.

L'auteur, estimant qu'il a parfaitement éclairci les phénomènes antagonistes de l'assimilation et de la désassimilation, qui sont l'essence de la doctrine métabolique, croit pouvoir ramener maintenant à des réactions de ce genre tout le mécanisme des échanges physiologiques. Mais le lecteur reste sceptique.

L'épithélium intestinal attire dans l'intérieur de son cytoplasma spécifique les aliments capables de constituer des molécules semblables à celles qui le caractérisent, et cela, en vertu de l'*attraction sympathique*, élective par définition. Puisque ce cytoplasma est spécifique, il va, en se détruisant, livrer au sang, par sécrétion

interne, une albumine également spécifique Le sang sera donc chargé des principes nécessaires pour nourrir, électivement. les cellules les plus diverses. C'est ainsi que chaque sécrétion pourra être caractérisque de la glande qui la produit : c'est ainsi que les glandes à pepsine fabriqueront de l'acide chlorhydrique, parce que leur cytoplasma contiendra des chainons chlorés, à côté des chaînons hydro-carbonés. Mais pourquoi les cytoplasmas acquièrent-ils et comment conservent-ils ces compositions centésimales et structurales spécifiques, conformes à la formule propre à la classe, à l'espèce, à l'individu même ? Voilà ce qu'on nous fait insuffisamment comprendre. Les noyaux des cellules germinales, à leur tour, se nourrissent des produits de désassimilation de cytoplasmas caractéristiques : c'est pourquoi ils représentent les véritables porteurs de l'hérédité.

La contraction musculaire résulte, d'une façon fort ingénieuse, des destructions alternantes de deux substances antagonistes, qui sont le myoplasma, fibrillaire, et le sarcoplasma, interfibrillaire. Mais qui a mis là ces deux substances d'une sensibilité si bien réglée? Tout le long des voies nerveuses qui ne sont que du cytoplasma très instable, vont cheminer, de proche en proche, [avec la rapidité que nous connaissons ?], les désagrégations protoplasmiques. Dans le cerveau, grande gare aux aiguillages multiples, ces courants nerveux, comme on l'a dit souvent, choisiront toujours, sans arrêts ni retards, les voies les plus faciles. Ce qui nous paraît correspondre à une stagnation de l'influx nerveux n'est que le temps nécessaire aux réflexions multiples qui se produisent entre les cellules ganglionnaires ; de ces réflexions multiples résultent, [on ne sait pourquoi], les phénomènes de conscience ! (1).

(1) Je me reproche d'avoir disséqué avec cette hâte un ouvrage extrêmement intéressant ; mais intéressant surtout, il faut bien le dire, par les conclusions ingénieuses que l'auteur parvient à tirer de prémisses contestables Il est bien possible que plusieurs de ces conséquences correspondent à des réalités ; mais il faudrait tenir compte, avant d'arriver jusqu à elles, de toutes les difficultés, de toutes les impossibilités, que la rapide analyse donnée ci-dessus aura suffi pour faire pressentir.

Insistons seulement, dans cette note, sur les réactions assimilatrices et désassimilatrices qui se retrouvent partout, dans la *doctrine métabolique* ; nous verrons de la sorte comment les tendances simplificatrices de KASSOWITZ l'ont obligé à se contenter d'explications inférieures à celles que M. A. GAUTIER a proposées depuis de longues années, en tenant un compte plus juste de l'action mystérieuse des ferments (Voir, notamment, sa *Chimie de la cellule vivante*, 205 p., 2e édit. Paris, MASSON, 1898).

L'assimilation se fait en deux temps. Dans le premier, les aliments doivent

Voilà certes l'excès de la simplification physico-chimique, et nous avons dit quelle est la source de cet excès.

Evidemment l'auteur pense qu'il suffit d'atteindre, fût-ce au prix de quelque violence, les régions du monde minéral, pour n'avoir plus désormais qu'à invoquer cette doctrine mécaniste par laquelle la science moderne voudrait se satisfaire. Si Kassowitz était, au contraire, bien convaincu que, sur le terrain de la physico-chimie la plus pure, nous n'échappons pas au mystère, que l'hérédité d'une molécule d'eau est chose aussi inaccessible à notre esprit que celle d'un être supérieur, il s'inclinerait plus volontiers devant les merveilleux pouvoirs de la vie. C'est ainsi, pensons nous, que l'aveu de ce qui subsiste de *surhumain* dans l'attraction de deux atomes, dans la combinaison de deux radicaux, prédispose notre

perdre tout ou partie de leur oxygène. Ce sont l'acide carbonique, les sels minéraux, les sucres, le glycogène, les peptones. etc... Nous savons en effet que le protoplasma est très pauvre en oxygène, et que même il constitue un milieu réducteur. Il paraît difficile de retirer à l'action hydrogénante des ferments cette première phase de l'assimilation. Bien mieux, Büchner pense avoir réussi à isoler le ferment destructeur du glucose dont la levure va faire sa nourriture. (Voir Büchner E. 97. *Ber. deutsch. chem. Ges.*, XXX. 1, p. 117-124, d'après la citation faite par Kassowitz lui-même). Au contraire, Kassowitz estime qu'il va lui suffire de faire ici intervenir l'*attraction sympathique*, à laquelle nous avons fait allusion; il croit qu'elle disloquera les molécules alimentaires oxygénées, en même temps qu'elle reconstituera une nouvelle molécule de protoplasma. Voici comment : les radicaux A, B, C. en lesquels on pourrait décomposer la molécule vivante, vont exercer une attraction élective sur les radicaux similaires qui se trouvent constituer les molécules alimentaires. réunies dans l'*hygroplasma*. La température relativement élevée de l'organisme facilitera cette réaction [?]. On retrouve dans la chimie minérale un certain nombre d'actions sympathiques du même genre. Voilà l'explication de l'assimilation protoplasmique, dans toute sa simplicité ; mais, nous pouvons l'ajouter, dans tout ce qu'elle a d'arbitraire. Il est en effet beaucoup plus certain que, si des actions électives de ce genre devaient s'exercer entre les radicaux alimentaires et protoplasmiques de même nom, *ce seraient les premiers qui l'emporteraient.* Le sucre, le glycogène, bien mieux encore, les sels minéraux, tous solidement unis à leur oxygène, n'auraient aucune peine à démolir la molécule vivante. *si instable par définition.* Les chaînons désagrégés de celle-ci, trouvant, pour les brûler, l'oxygène que Kassowitz laisse partout à l'état libre dans son hygroplasma, *nourriraient* immédiatement les soi-disant substances alimentaires. Telle est pourtant la seule garantie que l'auteur nous propose, pour le maintien essentiel de ses divers protoplasmas dans leur spécificité !

La désassimilation revêt deux formes parfaitement tranchées.

1° La *destruction active* de Kassowitz correspond à des secousses mécaniques brusques et rapides, telles que l'influx nerveux peut en produire. Ce même influx nerveux n'est autre qu'une onde de destructions actives [?]. Sous cette action mécanique, les chaînons périphériques hydrocarbonés vont seuls se séparer de la molécule [?], et l'oxygène de l'hygroplasma les brûlera immédiatement, parce

esprit à reconnaître, du même coup, l'action directrice que les forces exercent sur les évolutions les plus complexes de la matière.

III. — La crise de la biologie générale. Renaissance du vitalisme.

Nous sommes aujourd'hui placés en face d'une crise de la biologie générale : nous sommes un peu las de ne trouver que des explications évidemment arbitraires quand elles visent à être complètes, telles les théories microméristes, ou des interprétations cruellement inégales à la dignité que revêt la matière dans les êtres biologiques, lorsque nous nous conformons à la rigueur des dogmes du mécanisme. C'est pour essayer de conjurer cette crise que le livre du professeur Kassowitz a été composé. Il était essentiel de montrer que l'auteur a échoué dans son effort. Ce qu'il n'a pas

qu'il les trouvera à l'état naissant, c'est-à-dire incomplets. C'est la chaleur ainsi dégagée qui assure seule la propagation de l'onde désassimilatrice. Quant au noyau azoté de la molécule, *il reste intact*, et constitue une molécule albuminoïde spécifique, aliment destiné à d'autres protoplasmas. 2° La *destruction inactive* est produite par des secousses plus modérées, mais aussi plus prolongées [?], telles qu'elles ne font jamais défaut dans un protoplasma, même soustrait aux actions nerveuses. Sous ces influences, les chaînons périphériques hydrocarbonés se séparent en bloc et s'oxydent avec modération [?]. Telle est l'origine des aliments de réserve, du glycogène du foie ou des muscles au repos, ou encore celle des substances dites *métaplasmiques*, comme le cartilage ou les fibres élastiques; telle est la cause de la dégénérescence graisseuse chez les organes paresseux. Puisqu'il n'intervient, cette fois, qu'une faible oxydation, la désassimilation, faute de chaleur, ne se propage pas. Sans doute à cause de la prolongation de la cause de destruction [?], le noyau azoté se trouve complètement disloqué : telle est l'origine de l'urée du foie, toujours, comme on sait, produite concurremment avec le glycogène. On voit combien ces destructions et ces oxydations sont arbitrairement réglées.

Eh bien, ces deux modes de désassimilation, distincts dans leurs effets sans qu'on sache vraiment, dans l'ouvrage de Kassowitz, comment en différencier les causes, nous les connaissons parfaitement par les travaux de M. A. Gautier : La *destruction inactive* de Kassowitz, c'est la *désassimilation anaérobie* de Gautier, qui se fait dans l'intimité des cellules, loin des humeurs riches en oxygène. La *destruction active* de Kassowitz, c'est la *désassimilation aérobie* de Gautier, effectuée, selon ce savant, en second lieu, à la périphérie des cellules. Dans ce cas seulement il y a de l'oxygène, et les ferments oxydants qui sont d'ailleurs indispensables, assurent la combustion des chaînons hydrocarbonés. Le mystère fondamental de la vie reste entier ; mais son mécanisme, dans la proportion où l'on peut l'analyser, paraît logique. Ce mystère, Kassowitz ne le supprime pas davantage : au contraire son *attraction sympathique* nous rapproche autant que possible, non seulement du dynamisme, puisque c'est bel et bien une force, mais du vitalisme le plus arbitrairement édifié a priori, puisque, si cette force ne possédait pas quelque secrète vertu vitale, ce qui en résulterait serait l'inverse de ce que souhaite son inventeur.

réussi à rendre clair, nul n'y a réussi plus que lui. La critique pénétrante qu'il fait, dans la première partie de son ouvrage, de tous les systèmes qui seraient possibles, en dehors du système rigoureusement métabolique qu'il propose, suffirait à le montrer.

Voyez pourtant l'avantage de ce système métabolique : ce qui vit, c'est uniquement le protoplasma, ce sont ces molécules complexes et instables que Verworn a reprises à Pflüger sous le nom de *biogènes*, et que Kassowitz reprend à son tour à Verworn (1). Tout ce qu'on trouve dans l'organisme, en dehors de ce protoplasma, ou de ce *stéréoplasma*, comme dit l'auteur, tout cela constitue, soit le milieu intérieur ou *hygroplasma*, soit des produits fabriqués, qui ne vivent que par les fins tractus stéréoplasmiques qui les pénètrent. Ces idées ne sont pas nouvelles en France, on les y professe depuis Cl. Bernard, mais il faut avouer que nous leur donnons rarement la précision qu'a atteinte Kassowitz.

Cependant, malgré la théorie métabolique, appliquée le mieux possible, nous serons vite au bout de notre science mécaniste, car ce n'est pas fournir une explication de la vie dans la cellule d'un Métazoaire, que de la ramener, avec M. Gautier, à la vie des microorganismes, ou d'appeler à son aide les inévitables ferments solubles. Quant à rendre compte, par la considération des aiguillages et des réflexions cérébrales multiples, de la perception intérieure, dont serait douée une matière inerte ; quant à comprendre l'unité de l'être et à définir l'individu, à expliquer l'étonnante fidélité qu'il garde à son type dans son ontogénèse, ou le perfectionnement qu'a subi ce type au travers des siècles, c'est ce que personne ne fera, avec les moyens dont voudrait se contenter la science d'aujourd'hui (2).

A mesure que notre ignorance radicale de tout ce que nous voudrions savoir se manifesta plus clairement, on vit renaître des doctrines vitalistes aux tendances contraires : on entendit des mé-

(1) Kassowitz associe ses molécules en un réseau, structure éminemment favorable aux échanges, aux destructions et réparations protoplasmiques. Mais il ne doit pas oublier qu'aucune structure de ce genre ne pourra être réalisée sans l'intervention de forces très spéciales

(2) Dans le *mécanisme hylozoïste*, qui n'a du mécanisme que le nom, au point d'être justement considéré comme un *dynamisme simpliste*, la matière n'est plus inerte. On lui donnera toutes les propriétés nécessaires, mais c'est à la molécule qu'on les donne. C'est elle qui constitue l'individu conscient. et l'être est une colonie de ces individus Voudra-t-on nous dire comment se totalisent les consciences moléculaires, alors que le propre de la conscience est d'être incommunicable ?

canistes convaincus invoquer un *mode spécifique de mouvement vital*, qui serait dégagé de la constante universelle du mouvement [?], comme si les chocs atomiques pouvaient déterminer ou laisser subsister des mouvements autonomes : comme si la vie puisait son énergie ailleurs que dans la source commune ; comme si un mode tout particulier de chocs atomiques *vitaux* [!] expliquerait ce que les chocs atomiques *minéraux* laissent incompréhensible ! Ces *néovitalistes monistiques* (autant dire ces dualistes monistiques !) ce sont VIRCHOW, KLEBS, TRAUBE, WIESNER. Quant aux néovitalistes sans épithète, qui ne craignent pas d'invoquer plus ou moins nettement la vieille force vitale, ou simplement des énergies vitales, ce sont évidemment des dynamistes, avoués ou non. Citons après KASSOWITZ (1), sans prétendre à caractériser ici leurs doctrines, KERNER, SACHS, CHAUVEAU, WALLACE, BUNGE, RINDFLEISCH, REINKE surtout, qui, lui, tend tout à fait la main aux scolastiques, en émiettant la force spécifique dans autant de dominantes intelligentes qu'il le faut pour tout expliquer aisément [?].

Nombreux d'ailleurs sont les esprits que le mécanisme, sous sa forme matérialiste, ne satisfait guère. Parmi eux, plusieurs, et non des moindres, n'ont pas craint de se proclamer spiritualistes : PASTEUR, tout en se défendant de faire de la philosophie, l'a toujours été très explicitement. D'autres constatent que la vie est un livre et se demandent *qui est-ce qui lit dans ce livre* (2).

En présence de ces aveux d'impuissance, ou de ces tentatives dont il est bien permis de dire qu'elles ne conduisent pas à une doctrine générale, il n'est pas étonnant que VERWORN, dès 1895 (3), ait jugé que la biologie générale traversait une phase critique. Elle y perd la foi sereine qui l'animait depuis près d'un demi-siècle : ce qui est plus grave, elle risque de perdre de vue son but véritable, *qui est de rapprocher dans une synthèse définitive le monde minéral et le monde biologique* (4).

(1) Lire tout le chapitre XV de KASSOWITZ (vol. I) : sous le titre bien justifié de *Ignoramus*, on y trouvera parfaitement indiquées les causes de la renaissance du vitalisme. Voir aussi VERWORN (1895).

(2) GAUTIER A. — Les manifestations de la Vie dérivent-elles toutes des Forces matérielles ? 29 p. Carré et Naud, Paris, 1897. L'auteur, quoiqu'on puisse quelquefois s'y tromper, ne rompt pas avec le mécanisme ; du moins va-t-il au mécanisme cartésien, c'est-à-dire au spiritualisme classique

(3) VERWORN. — (Trad. HEDON). *Physiologie générale*, 650 p, 285 fig. Paris, Schleicher (voir p. 31-53). 1900.

(4) Dans l'ouvrage de REINKE (Die Welt als That, 1900), le divorce entre les forces physico-chimiques et les forces organisatrices est explicitement proclamé. Nous ne connaissons ce livre que par le résumé qu'en a donné l'auteur dans le *Biologisches Centralblatt*, n° 3 et 4, 1899.

IV. — La Vie et le monde minéral.
Impuissance du vitalisme comme doctrine autonome.

Où irait donc la science, si elle tendait à une doctrine *vitaliste* ? Elle irait à la confusion et à l'erreur. Le vitalisme, œuvre hétéroclite de mécanistes découragés et d'aspirants inconscients à un dynamisme universel, n'est autre chose qu'une tentative pour faire fonctionner, *par le dehors*, la machine biologique de Descartes, quoi qu'on pense, au fond, de la nature des forces qui agissent sur ses organes élémentaires. Tantôt on lui fournira une nouvelle impulsion tout impersonnelle, la force vitale; tantôt on donnera à chaque machine son mécanicien individuel. Aujourd'hui on a compris qu'il est impossible de briser, au seuil du monde biologique, la chaîne des échanges d'énergie et des transformations matérielles, et, ce qu'on demande, c'est une définition générale de la force, qui apporte avec elle une définition générale de l'être substantiel, chimique ou biologique. Aussi le vitalisme n'a-t-il plus qu'à se disloquer, et ses partisans devront, en quittant ce terrain mouvant, reprendre pied sur le sol mécaniste ou sur le sol dynamiste, en attendant que l'un des deux s'effondre à son tour. (Telle est une des idées qu'exprime notre tableau placé plus bas).

Virchow nous propose un enchaînement de mouvements *vitaux*, Hirn nous parle d'un principe animique, capable d'agir sur les forces physico-chimiques, lesquelles agissent sur la matière et sont, elles-mêmes, extra-matérielles. Or, à Virchow nous avons déjà répondu qu'il n'existe pas d'essences différentes parmi les chocs d'atomes ; aux vitalistes de l'école de Hirn (les didynamistes), nous dirons qu'une *âme*, capable d'agir sur les forces qui régissent la matière, est-elle même une force directrice de la matière, et, par suite, une *force physico-chimique.*

Si nous croyons, avec la science cartésienne, devoir rendre la matière indépendante de tout principe supérieur d'activité, elle ne se pliera pas davantage aux ordres d'un principe animique : c'est avec de la matière inerte et du mouvement que nous serons condamnés à expliquer ce qui vit, comme ce qui ne vit pas. Si nous estimons, au contraire, avec Aristote, que la matière n'a d'autres attributs que ceux que lui impose la force, l'âme des animaux est donc une force elle aussi, et c'est par ses qualités seules qu'elle diffère des forces spécifiques qui animent les substances dites minérales. *Mais elle dépense, à la façon de toutes les forces, l'énergie qu'elle a puisée dans le réservoir universel.*

On pourrait dire que la distinction que propose HIRN entre l'âme et la force ne porte guère que sur les mots; mais l'erreur est plus grave et nous rappelle celle du spiritualisme classique, puisque, dans l'une et l'autre de ces deux doctrines qui doivent être appelées vitalistes, on brise la chaîne des êtres en méconnaissant les êtres chimiques monomoléculaires; on sacrifie l'unité de l'individu biologique; on isole l'âme dans sa pensée, ou si, très arbitrairement, on donne à cette âme quelque action sur un corps, supposé matériellement complet sans elle, cette action n'est accompagnée d'aucune dépense. Or ce sont là toutes les erreurs qui ont, par réaction, donné naissance au matérialisme scientifique.

Ainsi donc, le *vitalisme*, en tant que doctrine autonome, est insoutenable : le vitalisme soi-disant monistique de VIRCHOW est incompréhensible ; le vitalisme didynamiste de HIRN n'est qu'une source de confusions ; quant au *dynamisme scientifique*, par le souci qu'il a d'éviter les écueils énumérés ci-dessus, il mérite le nom de doctrine chimico-biologique, et non pas celui de doctrine vitaliste (1).

La vie ne peut d'ailleurs pas être étudiée indépendamment du monde minéral. Chimiquement parlant, on sait qu'elle est une somme de réactions analytiques et synthétiques. Au point de vue de l'énergétique, la vie est une suite de tensions et de détentes. L'être se trouve, à chaque instant, pourvu d'une certaine dose de cette capacité de travail qu'on appelle l'énergie, et, cette énergie, il la dépense sous forme de force vive, lors des désassimilations et

(1) La question du néovitalisme est tout à fait d'actualité : M. BÜTSCHLI prépare, pour le congrès de Berlin, une communication sur ce sujet; il paraît devoir opposer l'un à l'autre le vitalisme et le mécanisme. On a vu que ce point de vue n'est pas le nôtre. M. KASSOWITZ a fait récemment paraître (*Zukunft* VIII, n° 32, p. 243-255, 1900) un nouvel article sous ce titre : l'ancien et le nouveau vitalisme ; il a eu l'amabilité de me le communiquer. Son article se résume ainsi : il y a deux sortes de néovitalismes ; le néovitalisme dualistique, qui reconnait l'existence de principes abstraits [?] directeurs de la matière [ce sont les forces], *doit être écarté par la question préalable*. La question ne se pose qu'entre le néovitalisme monistique de VIRCHOW et le mécanisme classique, « presque universellement adopté aujourd'hui ». Or le néovitalisme monistique n'est pas sur terrain solide, [c'est bien notre avis !] ; car les manifestations vitales qui sont encore mystérieuses aujourd'hui, se laisseront sans doute décomposer tôt ou tard en des réactions physico-chimiques simples.

Ceci est bien possible, dirons-nous à notre tour ; mais la question primordiale est précisément celle que KASSOWITZ laisse de côté.

des ruptures d'équilibre (1). Les échanges de chaleur qui s'effectuent entre les êtres vivants et le milieu extérieur obéissent rigoureusement aux lois de la thermochimie et de la thermodynamique. Bref, la vie biologique ne se laisse pas décomposer en éléments autres que la vie minérale. Telle est la constatation que Chevreul sut faire dès 1824, ainsi que l'a rappelé M. A. Gautier. Chevreul n'en proclama pas moins le mystère de la vie biologique, déclaration qu'il y a lieu de compléter immédiatement, en ajoutant que la vie chimique n'est pas plus claire (2).

La science, pour caractériser les rapports étroits de la vie biologique et de la vie chimique, dégagea bientôt quelques principes rigoureux grâce auxquels elle combla le fossé, creusé artificiellement par le vitalisme, ce soi disant fossé que franchissent à tout instant la matière et l'énergie.

Voici ces principes, qui sont communs au dynamisme et au mécanisme, abstraction faite, bien entendu, de la signification précise des mots force et énergie :

I. *Les dépenses de l'organisme en matière et en énergie sont couvertes par ses acquisitions en matière et en énergie.* Ou encore, selon A. Gautier ou Berthelot : *La vie ne consomme aucune énergie qui lui soit propre.*

II. *La vie est l'équivalent des forces physico-chimiques* (Cl. Bernard). [Nous dirons : l'équivalent énergétique].

Puisque l'être biologique est, en somme, bâti sur le même plan que l'être minéral, c'est chez ce dernier être, plus simple, plus loin de nous et de nos passions humaines, qu'il faut aller étudier la vraie cause des spécifications de la matière, cause que les uns placent dans le mouvement et les autres dans la force. C'est seulement de la sorte que nous ferons produire à la méthode physico-chimique tous les fruits qu'elle peut porter.

(1) M. Kassowitz assigne aux énergies mécaniques, sources du travail musculaire des êtres vivants, une origine très vraisemblable. Il invoque la distension du réseau stéréoplasmique par le liquide de capillarité. Les moindres excitations mécaniques détruiraient une partie du réseau et permettraient la rétraction de celles des fibrilles élastiques qui seraient conservées intactes.

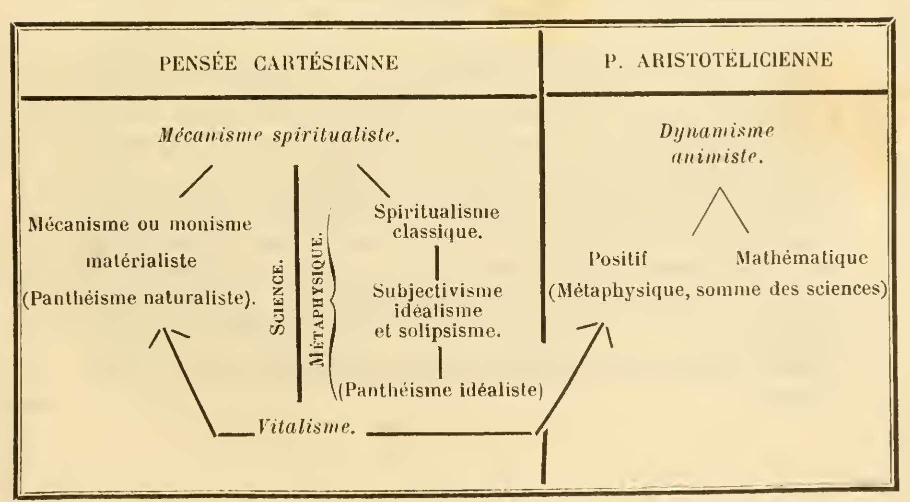
(2) Voir Chevreul. — (Appendice à un mémoire sur le bleu de Prusse) : Quelques considérations générales et indications relatives aux êtres organisés. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, p. 175-177, 1837.

V. — La crise de la pensée contemporaine. Mécanisme ou dynamisme.

La science et la philosophie, dans leur commun effort pour nous donner la signification du monde, ainsi que la nôtre propre, ne peuvent se passer l'une de l'autre. A peine la science s'élève-t-elle jusqu'à la loi, jamais jusqu'à la cause, et quant au but, elle s'en détourne. C'est la philosophie qui se charge de percer la nuit, avec des systèmes a priori. Mais, à elle seule, elle ne connaît point de critérium, et jamais un philosophe n'a pu se reposer sur un terrain conquis. C'est alors, quand le système s'y prête, qu'intervient la vérification expérimentale, et que la science (la vraie science !), si courte dans ses affirmations, réussit parfois à circonscrire la vérité par des éliminations successives.

Aujourd'hui cette symbiose est détruite, par la faute du système bicéphale de Descartes, dont savants et philosophes se sont aussitôt attribués les moitiés pour leur part respective, au moins au titre d'articles exclusifs de laboratoire : ces deux moitiés de l'univers, l'une simple étendue matérielle, l'autre pure pensée, sont inhabitables dans la pratique. Le jour où la « pensée humaine », dans son congrès scientifico-philosophique, aura compris ce que ce divorce a d'artificiel, et combien chacun, dans l'ordre de ses recherches propres, déforme l'univers en l'adaptant à son usage intellectuel, peut-être coupera-t-on impartialement les deux têtes du cartésianisme, pour se donner rendez-vous dans le système péripatéticien, où l'être pense dès que la force devient consciente, où la pensée agit sur la matière, parce qu'elle est la force.

Le tableau qui suit nous dispensera de nous attarder sur ces idées :



Descartes, par sa méthode des *idées claires*, rejeta la notion de la force, c'est-à-dire celle de l'activité spécifique distincte du mouvement, comme un legs encombrant d'un passé mystique. Il n'en garda pas moins, étrangement juxtaposées dans son esprit, la pensée d'un savant matérialiste, et celle d'un théologien psychologue. Pour le savant cartésien, la science se réduit à connaître à chaque instant le lieu des atomes dans l'espace, et, de la forme qu'ils possédent on ne sait trop pourquoi, des chocs qu'ils subissent, doivent se déduire les composés chimiques, les animaux, le corps même de l'Homme, autant de machines à la connaissance desquelles la géométrie suffira. Le théologien intervient alors, tant pour superposer à ce mécanisme universel un Dieu créateur, moteur premier, qui reste par la suite comme étranger à son œuvre matérielle, que pour donner à l'Homme une âme, étrangère, elle aussi, à la matière de son corps : c'est une pensée ; ce n'est pas une force.

Une pareille combinaison n'était pas viable : spiritualisme et mécanisme s'en allèrent bientôt chacun de leur côté.

Comme l'âme cartésienne et le monde minéral étaient difficiles à concilier, le spiritualisme dégénéra tout naturellement dans l'*idéalisme subjectif* qui tend à supprimer le monde extérieur et qui, des affirmations de Descartes, ne garde que le *cogito, ergo sum*. Cette doctrine est rarement celle des naturalistes ; aussi n'est-ce pas sans quelque surprise que nous voyons Verworn (1895) s'y rallier (à la suite des pages déjà citées), et s'intituler *psychomoniste*. Il est vrai qu'il en est quitte pour nous vanter ensuite pendant 500 pages les avantages de la physiologie cellulaire comparée, comme si de pareilles considérations possédaient à ses yeux quelque valeur objective. — Mais notre âme, c'est bien peu de chose ; il est vraiment difficile de croire que ce soit tout : noyons-la dans l'âme universelle, et nous devenons *panthéistes* (1).

(1) Il n'est pas aisé de définir le panthéisme, ce Protée, cependant nous pouvons, pour montrer sa marche insidieuse, rappeler les compliments que M. Boutroux adressait récemment à Paul Janet : Janet connaissait l'âme, le monde et Dieu, il admirait le spiritualisme de Maine de Biran ; néanmoins, pour lui, le *moi* était « la conscience de l'universel », « *la vraie personnalité*, c'était *la conscience de l'impersonnel* » : « Les doctrines proprement philosophiques de M. Janet, dit M. Boutroux, sont une transition du psychologisme biranien à une *métaphysique de plus en plus large et approfondie*... Il est venu rejoindre les grands spéculatifs tels que Leibnitz, Hegel et Spinoza. Son spiritualisme individualiste est devenu un effort de conciliation du spiritualisme avec un panthéisme à la fois rationnel et *religieux* [?] » (E. Boutroux. Paul Janet, *Rev. Paris* n° 22, voir p. 445, 446, 448, 1899).

Voila pourquoi, ajouterons-nous, la science se méfie aujourd'hui de la métaphysique.

Comme doctrine fille de Descartes, nous ne trouvons, du côté scientifique, que le *mécanisme* radical, qui retire, de l'édifice d'abstractions créé par le Maître, la notion de Dieu, et la notion de l'âme; la première, inutile au début des temps, puisqu'on s'en passe si bien par la suite; la seconde, inutile à l'Homme, puisque les Bêtes en sont privées. Ces notions sont celles auxquelles devaient aboutir des esprits logiques, fort disposés à confondre l'extramatériel avec le surnaturel et le surnaturel avec le mythe.

Mais la science mécaniste est-elle viable? Est-il possible pour l'humanité de se confiner dans l'ombre géométrique de Descartes? Telle est la question qu'on ne se posa que rarement. Pour la résoudre, il n'est besoin d'aucune raison de sentiment : si la science ne peut se passer de la force, il faut reconnaître l'existence de ce principe supérieur d'activité. En le faisant, nous ne pénétrerons pas sur le domaine du *surnaturel*, puisque, au contraire, nous rendrons à la *nature* elle-même un de ses éléments constitutifs indispensables.

Aujourd'hui, d'une part les philosophes aristotéliciens nous rappellent qu'ils ne sont pas morts tout à fait, et les philosophes cartésiens sont en pleine anarchie métaphysique; d'autre part, les physiologistes commencent à se douter qu'ils sont dans une impasse. Quelques-uns se demandent si la bonne voie n'était pas celle que ces trois derniers siècles ont délaissée. Parmi les savants, ce sont peut-être les moins satisfaits de leur ouvrage, parce que l'être biologique reste obstinément rebelle aux schématisations, et ne se laisse pas éclairer de cette lumière un peu décevante que donnent les mathématiques pures. Ils sont les plus troublés aussi : c'est pour eux que le problème de la force est le plus lourd de conséquences. En biologie, la force, c'est l'âme; en physique, en chimie, la force est d'une fréquentation bien moins compromettante : *de fait, sans trop le dire, on l'introduit partout, quitte à repousser en bloc ce qu'on a concédé dans le détail.* Mais pense-t-on que, de la sorte, la science générale s'enrichisse, comme elle le devrait, des admirables découvertes des sciences particulières?

En réalité, il semble qu'on puisse accuser de quelque stérilité l'idéal cartésien. Nous chercherions en vain quels peuvent être ses avantages positifs, en dehors d'une certaine clarté toute superficielle; en effet, connaîtrions-nous, à chaque instant, le mouvement exact de chaque atome, que nous resterions toujours, comme Du Bois Reymond, muets et anxieux devant les trois grandes inconnues de l'univers. devant la *matière* qui se refuse au rôle qu'on lui destine; devant la *force* qui continue à s'imposer; devant la *conscience*

enfin, cet *épiphénomène* pour lequel il n'y a point de place dans l'édifice du mécanisme (1).

En définitive, la pensée scientifique moderne a le choix entre deux routes, à l'entrée desquelles il faut placer des indications précises :

MÉCANISME. — La matière existe seule ; autrement dit : *tout ce qui existe est inerte.* Les mouvements actuels sont autant de transformations immédiates des mouvements antécédents ; la quantité totale de mouvement reste, par suite, constante dans un système clos, et constitue, sous le nom de *force vive* ou *énergie cinétique*, la seule cause de l'activité de la matière. L'*énergie potentielle* n'existe pas.

DYNAMISME. — Les mouvements sont créés par l'acte de principes extramatériels d'activité ou *forces*. Celles-ci dépensent en *travail*, *force vive* ou *énergie cinétique*, la *capacité de travail* ou *énergie potentielle*, fournie par un travail préalable qu'ont effectué des forces différentes. Dans un système clos, sur lequel ne peuvent plus agir des forces extérieures, la somme des énergies potentielles et cinétiques, incessamment transformées les unes dans les autres, est une quantité constante. Dans ce système, les forces dont la matière est capable passent par trois phases (repos ou état de puissance, tension et acte), en se substituant les unes aux autres, suivant la manière dont les équilibres dynamiques se trouvent à chaque instant réalisés. — L'énergie totale d'un système clos représente, quantitativement, le travail effectué, lors de la constitution de ce système, par une force extérieure.

Telles sont les déclarations que formulent les doctrines en présence ; tel est le dilemme que la science doit résoudre (2).

(1) Cf. DU BOIS REYMOND. — Ueber die Grenzen des Naturerkennens. Reden (erste Folge). Leipzig, 1886.

(2) Ne pensez pas qu'il y ait rien de métaphysique à dire que les forces du dynamisme sont extramatérielles. Le dynamisme positif accepte simplement la matière du mécanisme, douée de masse et d'*inertie*. Cela posé, s'il existe des principes *actifs*, ils seront extramatériels *par définition*, puisqu'il y a incompatibilité entre l'activité et l'inertie. Quant au dynamisme mathématique, il réduit les atomes du mécanisme à n'être plus que des points inétendus, centres des forces. En l'absence d'une définition réelle de la matière, il ne peut y avoir là qu'une question de mots ; cependant il paraît naturel de faire agir une force sur quelque chose.

VI. — La force, principe éternel d'activité (1).

Nous sommes désormais suffisamment armés pour entreprendre, sans autre préambule, l'examen de quelques cas concrets.

L'élasticité des atomes. — Quand un corps élastique heurte un plan rigide, le corps se déforme en même temps que sa vitesse s'éteint et qu'il y a de la chaleur produite. Son mouvement apparent s'annule pendant un temps appréciable, puis reprend en sens inverse, tandis que la chaleur produite est absorbée. La théorie vibratoire de l'univers nous dit que cette chaleur est causée par oscillations qui se substituent peu à peu au mouvement de translation, pour le reproduire au moment où s'établit la nouvelle vitesse du corps qui rebondit. Effectivement, nous comprenons que, par suite de l'arrêt brusque de l'ensemble du corps, ses particules se trouvent violemment heurtées les unes contre les autres ; mais pourquoi la seconde transformation ? Qu'y a-t-il donc de plus dans le corps élastique que dans le corps mou, pour que ce dernier reste chaud et ne rebondisse pas ? Evidemment il intervient, dans le corps élastique, des *forces répulsives interatomiques* que la compression a mises en tension.

Mais ce n'est pas tout : que se passe-t-il d'un atome à son voisin, pendant leur choc ? Dans le mécanisme radical, ces atomes sont des billes *rigides* parfaitement *indépendantes* les unes des autres : S'il en est ainsi, on sait, et on a su du vivant même de Descartes. qu'à chaque choc il y aura perte de force vive, et tendance, pour les mouvements, vers une résultante moyenne. Mais cela est antiscientifique, et contraire à la doctrine mécaniste elle-même, pour laquelle les gaz se distinguent des solides par leur plus grande vitesse moléculaire, vitesse qu'ils ne doivent pas céder aux solides dans leurs chocs réciproques, sous peine de n'être bientôt plus des gaz.

Ici intervient un mécanisme atténué, pour lequel les atomes seront *parfaitement élastiques*. Cette qualité peut s'obtenir par deux

(1) Voir les multiples travaux de Hirn et, notamment : Réflexions critiques sur la théorie cinétique de l'Univers (*Mém. Acad. Belg.*, séance 2 juillet 1881), 231 p., Colmar, Barth. — Nouvelle réfutation générale des théories appelées cinétiques 41 p., Paris, Gauthier-Villars, 1886. — La cinétique moderne et le dynamisme de l'avenir (Réponse à diverses critiques faites par Clausius), 106 p., 2 pl., Paris, Gauthier-Villars, 1887.

Insistons sur ce point, que nous suivrons Hirn, surtout dans la partie critique de ses travaux, qui paraît difficile à réfuter. Quant à la partie positive, elle est, relativement, d'importance secondaire ; car la science se fait chaque jour.

procédés : nous pouvons relier des atomes rigides par des forces répulsives agissant à très faible distance, et nous serons explicitement dynamistes. Nous pouvons encore supposer les atomes élastiques *par eux-mêmes* : mais ce sera encore le triomphe du dynamisme, car la matière, n'étant pas douée d'automatisme, ne reviendra sur elle-même que sous l'action d'une force. Donc, l'adoption des atomes élastiques entraîne immédiatement la chute du mécanisme.

Il y a bien encore un moyen : on supposera que les chocs entre atomes produisent des mouvements tourbillonnaires : mais ici encore, dans un certain nombre de cas, le choc sera accompagné d'une perte de force vive.

En résumé, on ne peut pas se passer de la force pour expliquer le rebondissement des corps élastiques, même si on accepte que la chaleur soit l'effet d'un mouvement vibratoire (1).

L'*attraction newtonienne*. — Pour se passer de la notion de force dans l'explication des attractions interatomiques, il faut trouver quelque théorie qui remplace, par des percussions, la *tendance au rapprochement* dont on ne veut plus. Cette théorie est connue depuis longtemps, et ne vaut rien : c'est celle de Lesage et Bernouilli. D'ailleurs, puisqu'elle fait intervenir des chocs atomiques, elle est elle-même, d'après ce que nous avons dit au paragraphe précédent, justiciable de la doctrine dynamiste. Examinons-la cependant avec Hirn.

Pour comprendre que la matière, uniformément répartie dans la nébuleuse primitive, ait pu se concentrer en masses distinctes, il faut *supposer* l'existence de deux sortes d'atomes : les atomes mus, qui constituent la *matière pondérable*, et les atomes moteurs, beaucoup plus légers, qui constituent l'*éther cosmique*. Les atomes de l'éther choqueraient les atomes pondérables avec une vitesse que Laplace a calculé devoir être 50 millions de fois supérieure à celle de la propagation de la lumière ! Eh bien, quand on a accepté ces données premières, dues à Lesage, quand on a ainsi distingué arbitrairement deux sortes de matières (au lieu que le mécanisme pur ne saurait admettre qu'une seule matière éternelle), on n'est même pas en état d'expliquer la loi des masses : Les corps *semblent*

(1) Quant à la théorie vibratoire de la chaleur, *puisqu'elle suppose la force*, nous n'avons pas à nous en occuper ici : Clausius *n'était pas mécaniste*. Quant à Hirn, qui repousse cette théorie elle-même, il le fait, en ce qui concerne les gaz, par de nombreux arguments dont quelques-uns sont immédiatement intelligibles, et qu'on trouvera réunis dans sa brochure, déjà citée, sur la *Cinétique moderne et le dynamisme de l'avenir*.

s'attirer, dit-on, parce que, sur leurs faces en regard, ils sont frappés par un nombre d'atomes moteurs plus petit que sur leurs faces libres. Ils devraient alors s'attirer très diversement selon leurs formes extérieures. Mais, quelle que soit d'ailleurs leur forme, les atomes mus se feraient, à l'intérieur des corps, réciproquement écran, de sorte qu'un nombre énorme d'entre eux échapperaient aux chocs de l'éther, ou même les subiraient en sens inverse, après une ou plusieurs réflexions. Si l'on veut appliquer cette théorie au problème de la cohésion, on arrive à des impossibilités analogues, outre qu'on ne rend aucun compte de la cohésion spécifique.

Vous me direz que, cette théorie à demi-mécaniste une fois tombée, et elle l'est définitivement, une autre meilleure prendra sa place ? En aucune façon : tout autre théorie, et elles pourront être légion, devra recourir à un éther parfaitement élastique. Cela veut dire qu'un pareil éther constituera un milieu continu, condensable et dilatable, formant ressort parfait, ou bien que, s'il est discontinu, ses particules seront reliées par des *forces attractives*, simple monnaie de l'attraction interstellaire ! Tel est, d'ailleurs, l'éther auquel doivent s'adresser les physiciens, pour expliquer la propagation des mouvements vibratoires (1).

Les trois phases de la force. — Nous avons acquis le droit de parler de la force-pesanteur et de la force élastique. On peut dire que ces forces sont parmi les modes les plus simples que puisse revêtir l'activité de la matière, car elles se ramènent, plus ou moins clairement, à des attractions intermoléculaires. Il est évident qu'elles s'exerceront de façons tout-à-fait différentes, suivant les positions des molécules actives. Ces forces se trouveront, selon les cas, en puissance, en tension, en action.

1° Si les masses matérielles sont dans leur position de repos, la force est *en puissance* : elle n'agit pas, elle ne tend même pas à agir, cependant il serait faux de dire qu'elle est à l'état de pure possibilité : elle subsiste comme principe spécifique d'activité. Tel est l'état de la force élastique dans un ressort non tendu : la spirale d'acier, laissée au repos, est toujours un ressort ; une spirale de plomb n'en est pas un. 2° Ecartons maintenant les masses au contact, ou bandons le ressort, puis établissons un dispositif qui

(1) Poincaré (1900), déjà cité, nous avertit que les savants ne resteront jamais à court d'hypothèses ingénieuses ; mais *à condition* de prendre, pour point de départ, une matière toute spéciale, qui n'est nullement, ajouterons-nous, celle que suppose le mécanisme. — Mais où donc trouver aujourd'hui, en physique ou en chimie, la matière du mécanisme ?

maintienne les choses en l'état : la force est désormais *en tension*. Elle tend à agir, parce que les masses actives, pour peu que cela soit possible, se mettront en mouvement pour se rapprocher de leur position de repos. 3° Laissons les libres se rapprocher ainsi : la force va entrer *en action* ; les masses étaient immobiles, elles se déplacent ; *la force a créé un mouvement*. Ce mouvement n'est pas, par lui-même, un principe d'activité ; il ne représente pas autre chose que le déplacement des masses avec une vitesse déterminée. Ce sont là des notions très simples, applicables à des forces quelconques, et qui nous seront indispensables un peu plus loin pour constituer les êtres selon les formules du dynamisme. Notons d'ailleurs que, quand il s'agit des forces physiques, ce qu'on appelle repos n'est généralement qu'un état d'équilibre, dû à la mise en tension d'un certain nombre de forces opposées.

La force en puissance est celle qui ne possède aucune énergie. La force en tension tient en réserve une quantité déterminée d'énergie, qu'elle dépense quand elle passe à l'acte.

Principe de la substitution des forces — Un système matériel est, à chaque instant, placé dans des conditions d'équilibre qui résultent du jeu naturel d'un certain nombre de forces. Tel ressort, en revenant à sa position de repos, est capable d'élever un poids. Ce faisant, il accomplit un travail prélevé sur le pouvoir de travail qui avait été accumulé en lui par l'acte d'une ou plusieurs autres forces. Quand le ressort a usé sa provision d'énergie, il cesse d'élever le poids, et c'est celui-ci qui possède à son tour intégralement ce pouvoir de travail ainsi communiqué, à moins qu'il n'ait dû le partager avec quelque autre force dont le système est capable. C'est ainsi que les forces *se substituent les unes aux autres, rentrant en puissance dans la proportion exacte où d'autres forces sont mises en tension.* (1)

Un système matériel, soustrait à toute influence extérieure, possède une capacité de travail fixe, qui représente le travail effectué à son profit au moment où il a été constitué. Par exemple, si nous établissons un dispositif mécanique avec un récipient plein d'eau et un ressort, de telle sorte que l'eau, en s'écoulant, soit employée à bander le ressort, la capacité de travail du système sera égale au travail que nous aurons préalablement produit nous-mêmes pour

(1) On se figure quelquefois que le dynamisme fait créer la force par un mouvement. Il n'en est rien : si le système n'était pas capable d'une force donnée, le mouvement ne la ferait pas entrer en tension.

élever l'eau à un certain niveau au-dessus du sol naturel. Employons maintenant les expressions classiques : En élevant l'eau de notre récipient, nous communiquons à la pesanteur qui l'anime une quantité donnee d'*énergie potentielle* ; cette énergie représente la quantité totale dont notre système, supposé isolé, sera désormais pourvu. Dès que l'eau peut s'écouler, l'énergie potentielle devient peu à peu actuelle ou cinétique. Cette énergie cinétique ou force vive, qui représente le *travail de la pesanteur* à un moment donné, se transforme aussitôt en diverses énergies potentielles, dont bénéficient les forces qui agissent sur les masses matérielles du système, conformément aux conditions d'équilibre de ces masses. A chaque instant, la quantité totale d'énergie du système n'ayant pas varié, tout ce qui n'est pas à l'état d'énergie potentielle se trouve sous forme d'énergie cinétique.

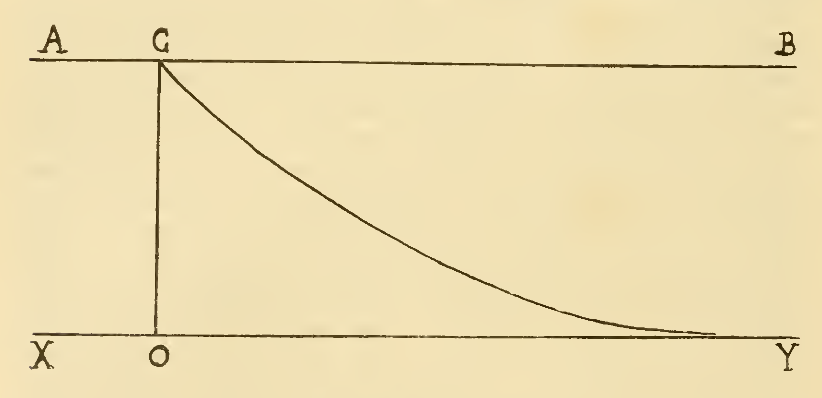
Si dans ces diverses opérations, la force ne peut agir sans user sa provision d'énergie, cette force elle-même ne s'use pas ; si nous produisons un nouveau travail à son profit, elle se retrouve en tension comme auparavant.

La force infinie et la vie de l'univers. — De deux choses l'une, ou bien il n'existe aucune force capable de créer le mouvement, et dans ce cas, le mouvement ne peut qu'être éternel dans l'univers ; ou bien le mouvement est l'acte de la force, et c'est la force qui est le principe éternel. L'énergie constante du monde représente alors quantitativement le travail de la Force infinie, à l'origine des temps. La question de la vie de l'univers ne devrait pas être abordée ici, pour peu que nous ayons, dans les chapitres précédents, démontré suffisamment la réalité de la force. Mais, ce qui est certain, c'est que la tendance actuelle de la science à proclamer l'éternité de la vie universelle est un obstacle dressé devant le dynamisme, puisque la notion de la force est en contradiction avec celle de l'éternité du mouvement. Nous croyons donc indispensable de rappeler que la science *tend*, d'elle-même, à renverser ce boulevard du mécanisme, et *semble* poser des bornes à l'antiquité de l'univers : La matière, loin de dérouler, avec *l'identité qui seule convient à l'infini*, la chaîne de ses transformations, plus loin encore d'aller, comme le veulent les Hégeliens, vers un idéal de perfection, se rapproche probablement d'un état d'immobilité, qui sera la mort du monde.

Notre science moderne repose sur les deux colonnes de la constance de l'énergie et de la conservation de la matière. La constance de l'énergie exige que l'univers soit fini en quantité, c'est-à-dire

qu'il représente un système clos. On comprend d'ailleurs que si l'univers ne contenait pas une quantité finie de matière et d'énergie. toute destruction de l'une ou l'autre de ces deux constantes essentielles passerait absolument inaperçue : il n'y aurait plus de science possible. Mais il est une autre loi primordiale posée à la circulation de l'énergie : la *portion utilisable* de cette énergie est loin d'être constante comme l'énergie totale ; elle décroît au contraire de jour en jour, à mesure que, par un nivellement fatal, les chutes d'énergie. c'est-à-dire les seules sources de travail possibles, vont en diminuant d'amplitude : c'est la loi de l'*entropie*, que nous devons aux magnifiques travaux de Clausius, et dont il a lui-même fait ressortir les conséquences cosmologiques. Comme le principe de la constance de l'énergie, celui de l'accroissement de l'entropie n'est applicable qu'à un système clos. Le raisonnement qui va suivre ne s'impose donc qu'à ceux qui reconnaissent la constance de l'énergie dans l'univers.

Si nous combinons les deux principes relatifs à l'énergie, nous pouvons représenter sa quantité totale par une droite A B parallèle



à l'abscisse des temps, et la courbe de l'entropie par une ligne qui se rapproche sans cesse de cette abscisse, à mesure que l'univers contient moins d'énergie utilisable. Mais quel peut être le maximum atteint par cette courbe dans le passé ? Evidemment l'entropie était à son minimum, c'est-à-dire que l'énergie utilisable était la plus grande possible, quand la totalité de l'énergie se trouvait disponible, aucun travail n'ayant été produit encore. Le temps qui correspond ainsi au croisement C de la courbe de l'entropie par la droite de l'énergie totale, représente donc l'origine de la vie de l'univers.

N'aurions-nous pas le droit de repousser cette origine à l'infini dans le passé, en considérant la courbe de l'entropie comme *asymptote* à la ligne de l'énergie totale, c'est-à-dire en supposant que dans les temps infiniment prolongés de la jeunesse du monde, il ne se soit produit qu'une infime quantité de travail? Non, si nous sommes mécanistes, nous ne pouvons pas soutenir cette proposition, car une quantité infiniment petite de travail correspondra à un nombre infiniment petit de chocs atomiques, tandis que la quantité totale du mouvement devra rester constante. Cela signifie que le mouvement existera antérieurement aux chocs, et par suite, que c'est la force qui l'aura créé. Une pareille hypothèse ruine donc le mécanisme.

N'oublions pas d'ailleurs que les considérations astronomiques corroborent les raisonnements précédents, pour ainsi dire point par point : le monde n'est pas infini en quantité, car il se resserre constamment : l'infini ne peut pas aller en occupant moins de place de jour en jour. Le monde marche vers un état maximum de concentration ; il vient d'un état d'extrême diffusion. Les grands déplacements d'atomes de la jeunesse feront place, pour l'univers, aux déformations calorifiques invisibles de la vieillesse. Essaierons-nous de reculer dans l'infini le début de cette concentration de la matière ? Nous aboutirons alors, comme tout à l'heure, à un état de diffusion compatible seulement avec un nombre infiniment petit de chocs, c'est-à-dire avec des mouvements dont la force seule peut être cause.

Ainsi l'histoire de l'univers, telle que la science tend à l'écrire aujourd'hui, ne dénombre pas une série infinie de transformations équivalentes : cette histoire forme un livre, que la force écrit avec la matière, et qui a réellement une première page.

Il nous sera permis maintenant de rappeler combien il est contraire à la véritable notion de l'infini de le considérer comme formant une somme d'unités juxtaposées, si grand soit le nombre de ces unités ; de le découper en fragments ; de lui supposer une évolution. L'infini n'est pas un nombre, c'est ce qui est au-delà de toute quantité donnée ; c'est l'enveloppe des nombres ; c'est le lieu des relations contingentes, dans l'ordre de l'espace et dans l'ordre du temps : ce n'est ni un temps, ni un espace. L'infini, c'est l'absolu, c'est l'immuable ; ce n'est pas une vie, si le mot vie signifie évolution ; c'est la source de toute vie.

VII. — La force, principe de spécification. Les êtres chimiques et les êtres biologiques.

La matière doit les modes de son activité, soit à un mouvement antécédent, soit à une force, puisque, par elle-même, elle est inerte. Si l'on admettait que les paragraphes qui précèdent nous ont fourni, sur la notion de la force, des renseignements suffisamment scientifiques, il ne nous resterait plus ici qu'à faire observer que, lorsque la matière s'organise en un être nouveau, elle reçoit, en réalité, l'empreinte d'une force spécifique. Nous ferions ensuite remarquer que cette déduction, très naturellement tirée de nos premiers principes, nous ramène à la vieille conception aristotélicienne de la *matière et de la forme*, si souvent critiquée, presque abandonnée depuis trois siècles. La *forme* ou *entéléchie* n'est pas autre chose que la force spécifique. Cela dit, nous ne croirions pas avoir le droit d'aller plus avant dans la discussion du mode d'action de la force et nous ne penserions pas, avec Reinke (1899), éclaircir davantage le fonctionnement des organismes, pour placer derrière chaque molécule protoplasmique une force spéciale, émanée de la force spécifique.

Mais, en réalité, rien n'est dit tant qu'on n'a pas montré directement que le mécanisme n'a pas le droit de ramener à des mouvements actuels, conséquences immédiates des mouvements antécédents, les facultés typiques de la matière. Si nous y réussissons, la notion d'énergie potentielle s'imposera directement, et, par elle, de nouveau, celle de la force (1). Nous devrons également expliquer comment les êtres se substituent les uns aux autres, conformément aux lois de l'énergie, et chercher à justifier le triple caractère que le dynamisme assigne aux êtres de la nature : *unité*, *spécificité*, *activité typique*, tandis que le mécanisme en fait des *agrégats*, formés de particules toutes de *même essence*, et *inertes* en dehors des mouvements qu'elles doivent aux chocs atomiques.

(1) Il n'est pas inutile de montrer par un exemple peut-être un peu brutal, où conduit la négation de l'énergie potentielle, et de mesurer ainsi la distance qui sépare le dynamisme du mécanisme, au point de vue ontologique. Voici une phrase de Verworn, que Soury (1891) (La Psychologie physiologique des Protozoaires, p. 42), cite avec admiration : « Si les phénomènes de la vie s'arrêtent, il n'existe plus en réalité de différence essentielle entre le corps organique et un mélange quelconque de matières inorganiques. Un Rotifère desséché ne diffère pas plus, alors, d'un fragment de roche quelconque, que celui-ci ne diffère d'un autre fragment de roche. » (Traduit d'après *Molekular Psychologie*, p. 200-207, 213). Cette phrase est peut-être dans la logique du mécanisme ; mais croit-on vraiment qu'elle exprime une idée juste ?

Les êtres chimiques. — Nous appelons les substances chimiques des *êtres*, au même titre que les *êtres biologiques*, parce que nous ne les fabriquons en aucune façon : nous apprenons seulement à leur fournir les conditions d'équilibre favorables à leur naissance, parce qu'elles sont défavorables à telles ou telles autres substances, aux dépens desquelles les nouvelles vont se former. S'il se trouve que H^2, en présence de O, fasse une molécule d'eau, nous le constatons, nous en profitons ; mais, *si le type* H^2O *n'existait pas, ce n'est pas nous qui lui donnerions naissance.*

Si nous pouvions étudier ici les diverses constantes physico-chimiques, nous verrions qu'elles sont, par leur caractère même, en opposition avec les lois du mouvement atomique simple, lequel est essentiellement transformable (1).

Parmi les attributs constants des atomes, leurs facultés de combinaison sont parmi les plus intéressants. Pour expliquer les combinaisons électives que formeraient des atomes de même *essence matérielle*, le mécanisme propose trois hypothèses que nous n'examinerons que rapidement. — En premier lieu, il suppose que les atomes des divers corps simples sont formés d'une matière unique plus ou moins *condensée*. Nous ferons observer que, pour condenser de la matière, et la maintenir dans cet état nouveau, il faudrait une force, bien différente des chocs atomiques. — En second lieu, le mécanisme veut assigner aux atomes des *formes matérielles spécifiques*, de telle sorte que tel atome, par exemple l'atome de carbone, devienne, à proprement parler, un moule pour les combinaisons futures. Nous demanderons d'abord si une *force attractive universelle* ne sera pas nécessaire pour maintenir, par exemple, les atomes d'hydrogène, dans les excavations qu'on va creuser dans l'atome de carbone. Puis nous exprimerons notre désir, bien légitime, de voir figurée cette forme de l'atome de carbone, ces excavations, dans lesquelles nous devrons loger, tantôt des H ou des Cl, tantôt 4 H tantôt 2 O, ou un seul O, ou encore AzH .... Qu'on nous montre l'édifice que vont former dans l'espace, d'abord CH^4, puis CH^3-CH^3, puis $CH^2{=}CH^2$, puis $CH{\equiv}CH$? Cette matérialisation

(1) Le fait que la température constante de vaporisation est indépendante du poids atomique, est en contradiction avec les théories mécanistes. Celles-ci exigeraient que, à une température donnée, les gaz eussent les poids atomiques les plus faibles, parce que les chocs entre atomes élastiques leur imposeraient alors les vitesses les plus considérables. La seule comparaison des poids de CO^2 et H^2O nous prouve que cette règle n'est pas observée. Ce qui fait qu'un corps est gazeux est donc une propriété spécifique, toute différente du mouvement actuel déterminé par les chocs simples. (Voir Bulliot, p. 89, cité plus bas.)

des formules de constitution, si avantageuse pour l'étude, ne doit pas nous cacher que les *valences, si elles existent positivement, sont des forces attractives spécifiques.* — En troisième lieu, le mécanisme va nous dire que les différents corps simples sont caractérisés surtout par *la forme de leur vibration atomique typique*, d'où résulte, pour chacun d'eux, son état solide, liquide, ou gazeux, sa faculté de combinaison avec les autres corps simples, et, par-dessus le marché, son énergie spécifique. Il en sera de même pour les corps composés, et l'intensité des vibrations devra suffire à rendre compte de l'extrême instabilité, ainsi que de la puissance explosive qui caractérisent quelques-uns d'entre eux. Nous sommes ici au cœur même de notre problème ; et il faut que nous nous attachions spécialement à discuter cette hypothèse, à laquelle est condamné le mécanisme. (1).

Ainsi donc les atomes des corps simples sont tous de même essence matérielle, et c'est, pour une part importante, la forme de leur vibration qui les caractérise. Voudra-t-on bien nous dire comment cette vibration s'est établie sans une force spécifique ? Si elle s'est établie par hasard, voit-on vraiment, dans sa conservation, l'effet des chocs atomiques ? Pour nous, l'effet de ces chocs atomiques serait exactement inverse. Plaçons de l'hydrogène dans un ballon. Les chocs des atomes H contre les parois du ballon auront vite fait de déranger ces admirables vibrations spécifiques, que des chocs avaient réalisées, si les chocs réciproques de ces atomes ne sont pas déjà des causes très suffisantes de perturbation. Quand nous retrouverons notre gaz, ce ne sera plus, ni de l'hydrogène, car les atomes n'auront pas conservé leur vibration spécifique, ni quelque autre substance, puisque son poids atomique au moins lui sera resté fidèle ! (Si l'on veut bien comparer cette doctrine avec le vitalisme monistique de VIRCHOW, on trouvera entre elles deux les plus étroites analogies). Si maintenant nous unissons deux gaz ou autres corps quelconques, nous allons voir leurs atomes se choquer de mille manières, et loin de pouvoir distinguer le cas où les vibrations seront *sympathiques* de celui où elles ne pourraient s'accorder, nous avons le droit d'affirmer que, dans tous les cas, le résultat du mélange sera un trouble profond dans les mouvements, trouble sur les effets duquel il est inutile de s'appesantir davantage.

Sans doute nous n'aurons pas lieu de nous demander longue-

(1) Cf. LOTHAR MEYER, Les théories modernes de l'affinité. *Rev. Sc.*, XXIV 2e sem. 1-5, 1887.

ment comment, lors des décompositions analytiques, les vibrations spécifiques des éléments se reformeraient, aux dépens de la vibration commune : il est certain qu'elles ne se reformeraient pas du tout.

Passons au cas des substances explosibles : ce sont, à ce qu'on nous dit, des molécules animées de violents mouvements en forme de tourbillons, que le moindre choc suffit à transformer en mouvements de translation, pourvus de vitesses considérables. Eh bien ! nous voyons, pour ces molécules, au moins trois causes d'explosion spontanée et immédiate : si elles ne se heurtent pas les unes contre les autres, elles heurteront les parois du récipient, ou encore elles subiront le bombardement de l'air ou de tout autre gaz avec lequel elles se trouvent en contact.

En réponse à cette critique, on nous a fait observer tout d'abord que le mouvement des molécules tourbillonnantes peut être supposé assez bien centré pour qu'elles ne se heurtent pas entre elles. Pourquoi cela, puisque, pour une substance liquide, par exemple, les molécules sont supposées rouler librement les unes sur les autres ? Et au moment même où la substance s'est formée, il est certain que les mouvements de toupies n'étaient nullement centrés : c'est alors que l'explosion devait se faire, sans plus tarder. Quant aux chocs contre les parois du récipient, il est d'autant plus impossible de les éviter, que les molécules des solides nous sont données comme douées de mouvements oscillants : il n'empêche que, pour conserver la nitroglycérine, on la mélange avec un sable, forcément très rugueux pour les molécules tourbillonnantes ! Pour ce qui est du bombardement par l'air, on nous a dit que les vitesses moléculaires de ce gaz ne seraient pas assez grandes pour précipiter les toupies sur la tangente. Nous ne pensons pas qu'un choc bien énergique soit nécessaire pour produire cet effet : il suffirait qu'il décentre les tourbillons. D'ailleurs nous pouvons renvoyer au calcul de Hirn (1887), par lequel il évalue la vitesse de celles des molécules de gaz qui, forcément, possèdent des mouvements plus ou moins irréguliers et supérieurs à la moyenne (1).

En résumé, dans les théories chimiques cinétiques, un corps explosible ne pourrait pas être conservé, pas plus, d'ailleurs, qu'un corps quelconque.

Notre conclusion sera nette : si l'*énergie chimique* n'est pas une énergie cinétique, c'est une *énergie potentielle*, due à la *mise en tension d'une force spécifique*. Cette force restera en tension des milliers

(1) Hirn. — La cinétique moderne et le dynamisme de l'avenir, p. 91-93.

de siècles, tant que les conditions extérieures ne la feront pas entrer en acte : une énergie cinétique serait vite épuisée par diffusion et nous ne trouverions pas plus de source de travail dans les houillères que nous ne verrions, après une conservation tant soit peu prolongée, germer une graine désormais privée de son énergie chimique (1).

Nous pouvons maintenant esquisser l'histoire d'un être chimique. Sa force spécifique (telle, par une comparaison grossière, un ressort qui est bandé,) se trouve mise en tension, dans des *conditions d'équilibre convenables*, par la détente qui résulte de la destruction d'un ou plusieurs autres êtres préexistants. Ceux-ci éprouvent une *désassimilation de matière et d'énergie*. L'être nouveau naît donc de la mort d'un ou plusieurs autres êtres. Si ceux-ci livrent plus d'énergie que le nouveau corps n'en a besoin pour sa mise en tension, la réaction est *exothermique* ; elle est *endothermique* dans le cas contraire. L'être chimique étant monomoléculaire, son développement ontogénétique est réalisé d'un seul coup. Pendant qu'il subsiste, si les conditions ambiantes ne variaient pas, la courbe de son énergie potentielle, spécifique en quantité, serait une ligne droite. En réalité, il éprouve sans cesse des tensions ou détentes d'ordre physique, dont l'amplitude est en rapport avec sa faculté d'adaptation. En dehors des limites de sa plasticité, il se détruit d'un seul coup. *Sa force spécifique rentre en puissance* ; cela veut dire que la matière, quoique *capable de ce type, ne le réalise plus*, tant que les conditions d'équilibre lui demeurent défavorables.

Les êtres chimiques sont mono-moléculaires ; mais c'est bien à tort que REINKE leur refuse l'organisation : ils ne sont pas monoatomiques, ou, tout au moins, ils ne le sont que rarement (jamais peut-être ?). Le nom qui convient admirablement à ces parties constitutives des êtres, incapables de substituer par elles-mêmes, est le terme classique de *radical*, que le dynamisme s'empressera d'adopter, pour désigner les parties multiples renfermées dans l'unité de l'individu. Dans l'hydrogène H^2 ou le chlore Cl^2, les radicaux constitutifs sont des atomes de même nom. Dans l'acide chlorhydrique HCl, ils sont de nom différent. *C'est la seule distinction que nous puissions établir entre les corps simples et les corps composés*. Les radicaux sont des véritables organes (cf. A. GAUTIER), parfois très simples, souvent complexes. Pour que ces groupe-

(1) BULLIOT. P. — *L'unité des forces physiques*, 46 p., Paris, Roger et Chernoviz, 1889 (p. 42 : opposition qui existe entre la nature du mouvement et celle de l'énergie potentielle).

ments matériels puissent subsister en équilibre réciproque, il faut les unir par des forces, et, pour comprendre leur rôle, il faut les subordonner à l'activité typique de la molécule, comme on subordonne à l'être biologique les énergides ou groupements d'énergides qu'on y distingue.

Résumé. — 1° Il est certain que les êtres chimiques possèdent une *activité spécifique.* Le mécanisme a cherché à la faire sortir de l'*inertie matérielle*, en la rattachant à des mouvements atomiques actuels. Il a échoué. Par le fait de cette tentative malheureuse, l'énergie potentielle s'impose et le mécanisme se trouve entièrement ruiné. L'énergie potentielle étant le fait d'une force en tension, c'est à une force spécifique que nous sommes obligés d'attribuer l'activité spécifique. 2° L'*unité* moléculaire est chose certaine, puisque, entre les radicaux constitutifs, il s'établit un équilibre nécessaire. Or, cet équilibre a pour causes inéluctables des relations dynamiques entre les radicaux. La force spécifique est donc aussi la cause de l'unité. 3° Les êtres chimiques se substituent les uns aux autres comme les forces, et notre ontologie s'établit solidement sur le principe de l'énergie. Nous avons donc un triple droit à proposer cette formule : *une force spécifique met son empreinte sur une masse déterminée, il en résulte une substance.*

Les êtres biologiques. — Il semblera peut-être que toute cette discussion relative aux êtres chimiques nous ait considérablement écartés de notre sujet : en aucune façon : les êtres matériels, quels qu'ils soient, sont maintenant connus dans leur essence fondamentale. Au même titre que les substances chimiques, les êtres biologiques *assimilent*, *conservent plus ou moins longtemps*, *puis désassimilent la matière et l'énergie.* Plus encore que les substances chimiques, ils appellent un guide pour leur évolution à la fois si complexe et si sûre : la force, qui crée les mouvements les plus simples, dirige ici des mouvements d'une admirable harmonie. Ici surtout la matière revêt des qualités irréductibles aux chocs atomiques, puisqu'elle y acquiert une beauté toute nouvelle, une plasticité singulière, et de merveilleuses propriétés psychiques : la conscience existe sans doute dès les Protistes, plus bas peut-être, chez les végétaux eux-mêmes, si ceux-ci perçoivent le soleil vivifiant; l'intelligence est présente chez une foule d'animaux ; la faculté d'abstraire, le jugement, le sens moral, le génie même, père des chefs-d'œuvre, caractérisent l'Homme complet.

Nous n'aurions pas besoin d'en dire davantage, s'il ne fallait

mettre en lumière un point très important, relatif aux radicaux constitutifs de l'être vivant : cet être biologique est, toujours, *pluri-moléculaire.* Ce qui le prouve, c'est qu'il assimile et désassimile *par degrés*, tandis que les molécules chimiques acquièrent leur matière spécifique en une fois, et ne peuvent rien perdre de leur substance sans se détruire, en tant qu'êtres chimiques. Nous dirions volontiers que la molécule protoplasmique est, chimiquement, complète et, biologiquement, incomplète, pour exprimer le fait que son équilibre intérieur est un équilibre chimique, mais que, par son activité, elle est participante à une vertu d'un ordre supérieur. Quoi qu'il en soit, ce qui est certain, c'est que la courbe ontogénétique de l'être vivant est une courbe par échelons, ascendante à chaque assimilation, descendante lors de la désassimilation fonctionnelle qui va suivre, et comprise d'ailleurs dans une courbe spécifique générale. A chaque fois, l'être s'accroît ou se détruit partiellement d'une quantité déterminée de matière ou d'énergie, par la naissance ou la mort d'un nombre déterminé de molécules (1).

Quant au degré de vie que possèdent les groupements moléculaires qui ont la valeur d'une portion de cellule, d'une cellule, ou d'un plus grand nombre de ces éléments biologiques d'ordre divers, c'est à l'expérience seule à nous renseigner à ce sujet. Nous savons que toute fraction d'être qui s'isole, naturellement ou par accident, est si bien un radical biologique, et vit si réellement d'une vie incomplète, que son destin est de se désagréger plus ou moins vite, si elle est trop spécialisée pour reproduire l'être intégral. La quantité minimum de matière, aux dépens de laquelle l'être est capable de prendre naissance, nous est aussi connue par l'expérience ; nous savons qu'aujourd'hui du moins, ce ne peut être qu'une portion d'un être de même espèce (2).

(1) Bien entendu, nous regardons comme extérieures à l'être, comme douées d'une vie indépendante, toutes les molécules qui ne sont pas encore, ou qui ne sont plus, du protoplasma, tous ces aliments, ces réserves, ces métaplasmes, relativement simples que la *doctrine métabolique* (au sens de KASSOWITZ), a soin de mettre à part : l'être ne doit être confondu ni avec son milieu intérieur, ni avec les produits qu'il fabrique.

(2) Au moment où nous terminons cette étude ontologique, on nous présente une objection : Pourquoi ne pas considérer comme des êtres tous les objets, images ou machines, que nous fabriquons ? — Précisément parce que nous les fabriquons, et cela par voie d'association, au lieu que les êtres de la nature *se fabriquent eux-mêmes*, par voie de substitution : tandis qu'une machine est composée de pièces et ces pièces de molécules, qui ont conservé toute leur individualité et se trouvent seulement physiquement agrégées. les êtres naturels sont autant de matières nouvelles. Cela est si vrai que, dans nos machines, nous sommes obligés d'utiliser l'énergie spécifique des molécules d'un grand ressort, distinct de tous les organes passifs : *un être naturel est tout entier, à lui-même, son grand ressort.*

VIII. — La science dynamiste. Conclusions.

Si la force existe, le dynamisme, c'est la science, non pas syllogistique, mais inductive. Le dynamisme ne possède, en effet, dans la loi de la substitution des êtres, dans la notion de la force, cause de tous mouvements et, par suite, cause des mouvements spécifiques, dans celle encore des propriétés latentes irréductibles au mouvement, qu'une sorte de clef de l'univers : tout comme le mécanisme, le dynamisme doit parcourir cet univers, en cherchant, dans les *causes actuelles*, les conditions des *équilibres substantiels*. Mais, tandis que le mécanisme limite de prime-abord les facultés de la matière, le dynamisme a pour devise : *placer l'être complet dans un univers complet*.

Cette formule ne tend pas à autre chose qu'au rétablissement de l'harmonie, entre les deux modes, philosophique et scientifique, de la recherche humaine : la science, apprenant à reconnaître, dans le plus humble phénomène, la part de l'invisible, sachant donner, dans l'univers, la première place à l'intelligence et à la force ; la raison philosophique, s'appuyant avec confiance sur une science libre de tout préjugé d'école, pour ajouter, chaque jour, un peu plus de réel à la connaissance de la cause et du but ; la métaphysique, s'imposant à notre esprit comme une ascension nécessaire vers l'au-delà, et notre esprit, pour tenter cette ascension, s'appuyant sur la somme des connaissances scientifiques.

Par cet accord, c'est la science acquérant enfin toute sa valeur sociale, parce qu'elle comprendra les mots de progrès, de volonté, de liberté.

Nul progrès possible, dans la doctrine mécaniste : venant de l'infini des temps, la matière nous apporte sa dose constante de mouvement, qui constitue son unique patrimoine. Dans le flux et le reflux qui distribue ce mouvement entre les groupes d'atomes, ces groupements, sans valeur substantielle, ne possèdent aucune qualité qui ait pu progresser dans le cours des âges ; un mouvement ne peut différer d'un autre que par sa quantité. Au contraire, dans le dynamisme, le progrès revet un sens très net : c'est, pour un être, la participation croissante aux attributs de la force infinie.

Dans l'être du mécanisme, nulle trace de volonté. Qu'il s'agisse de la molécule chimique, du Protiste ou de l'Homme, tout être est balloté dans l'espace au seul gré des chocs atomiques. L'histoire ontologique du monde, telle que la lit au contraire le dynamisme, est, en partie, celle de l'enrichissement de la force en conscience, et la force consciente s'appelle la volonté.

Quand la conscience devient capable de jugement, la force s'appelle la liberté (1).

En résumé, l'emploi de la méthode physico-chimique a été bien loin de nous maintenir sur le terrain, artificiellement limité, où s'est, par un acte de cette volonté qu'il nie, placé, pour des raisons d'ordre philosophique, le savant distingué que nous avons pris pour type du mécaniste. Tout au contraire, négligeant des répugnances étrangères à la question, nous avons été conduit à juger que le mécanisme est, scientifiquement, fort peu solide. Personnellement, si cette doctrine tombe, nous ne lui donnerons pas un regret, parce que nous estimons qu'elle déforme et rétrécit la nature. Mais doit-elle tomber ? C'est ce que d'autres proclameront avec une autorité que nous n'avons pas, s'ils se souviennent que, dans le mécanisme, ils ont eu bien souvent à souffrir de l'étroitesse des formules cartésiennes.

Se présente-t-il quelque doctrine, différente du dynamisme, pour recueillir la succession du mécanisme ? Nous n'en voyons point. Quelle forme précise devrait revêtir le dynamisme s'il était adopté ? Evidemment, une forme sans cesse en voie de perfectionnement scientifique, une forme de plus en plus dégagée des brouillards que laissent les affirmations à priori, une forme qui nous montre, toujours plus nettement, *la force à l'œuvre.*

(1) Aujourd'hui la science médicale apprend à faire la part de l'esprit dans la vie de l'être humain. Elle sait que, si les manifestations psychiques exigent impérieusement l'intégrité matérielle de cet être pensant, inversement l'Homme, force consciente et libre, travaille, volontairement pour une grande part, à assimiler la matière et l'énergie. J'ai eu l'occasion d'étudier les cures de la *misère physiologique nerveuse*, c'est-à-dire les cures de la *force morale* en détresse, que fait à Berne M. le D[r] Dubois. Voici la définition qu'il a donnée de son système au dernier congrès de Paris : « Le traitement du nervosisme doit être, avant tout, *psychique* et son but est de rendre aux malades la *maîtrise d'eux-mêmes*, par une éducation de la *volonté* ou plutôt de la *raison.* » (*Congrès int. Méd.*, Paris. Section Neurol., p. 576-577, 1900).

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Séance du 11 Juin 1901

LES CÉCIDOZOAIRES ET LEURS CÉCIDIES

(avec deux planches en noir et une figure dans le texte)

PAR

HENRI GADEAU DE KERVILLE

Sollicité de faire une causerie devant la Société Zoologique de France, et voulant répondre favorablement à une demande si flatteuse, j'ai pris pour sujet les Cécidozoaires et leurs cécidies, qui m'ont occupé naguère, et dont je reprendrai plus tard l'intéressante étude. L'étendue de ce sujet, à la fois zoologique et botanique, est telle qu'en ces pages, forcément peu nombreuses, je ne puis que le brièvement esquisser. Cette causerie sera sans profit pour les cécidologues, mais elle pourra, je l'espère, offrir quelqu'intérêt aux naturalistes qui n'ont point étudié ce sujet, aussi complexe que captivant.

La connaissance des zoocécidies et de leurs producteurs a fait de si grands progrès, principalement depuis un quart de siècle, que, tout en laissant de côté leur description et celle des animaux qui les déterminent, un volume serait insuffisant pour en parler d'une façon détaillée. En effet, le nombre des mémoires relatifs à cette vaste question s'élève à plusieurs centaines. Aussi, tout en proclamant bien haut l'importance de plus en plus grande des renseignements bibliographiques, je ne peux, faute de place, m'en occuper dans ces modestes pages, auxquelles je joins seulement deux planches, tandis qu'il en faudrait par douzaines pour illustrer de manière suffisante un sujet aussi étendu (1).

(1) Au cours de sa causerie, l'auteur a fait passer sous les yeux de l'assemblée un certain nombre de spécimens et de dessins relatifs à son sujet.

Les personnes qui observent la nature ont remarqué, sur des végétaux très-variés, des productions curieuses, de configuration et de taille fort différentes, dont la noix de galle est la plus connue. Ces productions furent classées en trois groupes : les galles, les galloïdes et les pseudo-galles. On désigna sous le nom de *galle* toute production particulière, hypertrophie et déformation, causées par certains animaux sur les différents organes des végétaux, quand cette production particulière, cette hypertrophie et cette déformation se présentent sous forme d'une masse uni ou pluriloculaire, ou d'une cavité close. On appela *galloïde* la déformation et le développement particuliers produits par certains animaux sur les différents organes des végétaux, et tels qu'on en puisse voir l'intérieur par l'écartement, le déroulement ou le soulèvement de ses parties constituantes. Enfin, on donna le nom de *pseudo-galle* à la déformation et à l'hypertrophie déterminées par certains animaux sur les différents organes des végétaux, et consistant simplement en une modification dans le volume, la forme et la couleur de l'organe végétal. Aujourd'hui, cette terminologie est très-généralement abandonnée, et les appellations de galle, galloïde et pseudo-galle ont été remplacées par le terme de *cecidium* (1), créé par Friedrich Thomas, et qui a un sens très-vaste. En effet, sous le nom de cecidium, en français cécidie, on désigne toute production nouvelle déterminée par un être organisé chez un végétal, à la condition expresse que ce dernier ne reste pas passif, mais réagisse contre l'action de l'être organisé. Ainsi, les feuilles minées par des larves d'Insectes, les gerçures que les gelées produisent sur les organes des végétaux, l'enroulement des feuilles, déterminé par certains Insectes, ne peuvent pas être considérés comme des cécidies, parce que, dans ces cas, les végétaux sont demeurés passifs, n'ont pas réagi sous l'action des Insectes et du froid, en formant des productions particulières.

Les cécidies se divisent en deux groupes principaux : les zoocécidies et les phytocécidies, selon que les êtres organisés qui les déterminent sont des animaux ou des végétaux. Il en résulte que pour désigner des cécidies produites, par exemple, par des Hyménoptères, par des Acariens du genre *Phytoptus* et par des Champignons, on dit : des hyménoptérocécidies, des phytoptocécidies et des mycocécidies.

Afin de procéder avec méthode, je vais retracer en peu de lignes

(1) *Cecidium*, de κηκὶς, ῖδος, mot qui, chez les Grecs, désignait à la fois la noix de galle et le noir de fumée.

l'historique du sujet, puis, forcément de manière très-succincte, parler des animaux cécidogènes (1), et, finalement, des zoocécidies et de leurs habitants.

Historique

Je crois pouvoir diviser en trois périodes l'histoire de la science zoocécidologique : la première, qui part de l'Antiquité jusqu'à l'année 1576 exclusivement; la seconde, comprise entre 1576 et 1840; et la troisième, infiniment la plus féconde, qui s'étend de l'année 1840 inclusivement jusqu'à aujourd'hui.

Dans l'Antiquité, Théophraste, Dioscoride, Pline le Naturaliste et autres ont parlé des zoocécidies dans leurs ouvrages, mais d'une façon brève, et tout particulièrement au point de vue de leur utilité pour la médecine, la teinture, le tannage et la fabrication de l'encre.

En 1576, Charles de l'Escluse et Mathias de Lobel publièrent, sur différentes zoocécidies, des renseignements intéressants et des figures excellentes pour l'époque.

Cent dix ans plus tard, Malpighi fit paraître, dans ses œuvres, tout un remarquable chapitre intitulé : *De Gallis,* accompagné de quinze planches où sont représentées un certain nombre de zoocécidies, dont la plupart sont aisément identifiées.

J'en passe et j'arrive à la seconde période de l'historique en question. Le naturaliste qui, pendant cette période, occupe le premier rang au point de vue cécidologique est, sans conteste, Réaumur. Le douzième mémoire du troisième volume, publié en 1737, de ses *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes,* a pour titre : « Des galles des plantes et des arbres, et des productions qui leur sont analogues; des Insectes qui habitent ces galles et qui en occasionnent la formation et l'accroissement ». Dans ce mémoire de cent vingt pages in-quarto, cet observateur génial a relaté un grand nombre d'observations personnelles sur les arthropodocécidies et leurs habitants, et joint à son texte quatorze planches excellentes. Les cécidies y sont indiquées sous les expressions pittoresques de : galle en pomme, en artichaut, en grain de groseille, en champignon, galle chevelue, etc. ; mais de telles expressions sont absolument insuffisantes aujourd'hui, où la science réclame, de façon impérieuse, la plus grande précision. Dans un autre mémoire, consacré aux Pucerons, Réaumur parle en détail

(1) Il ne faut pas écrire cécidiogènes, comme l'ont fait quelques auteurs, car ce mot n'est pas formé du néologisme *cecidium* et du suffixe γενὴς, mais de κηκῖδος et de γενὴς. Ce suffixe signifie : qui est engendré; mais, dans le langage scientifique, on l'emploie avec la signification de : engendrant.

de différentes espèces cécidogènes et de leurs productions, auxquelles six planches sont consacrées. Les *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes* sont — il est bon de le répéter — un chef-d'œuvre de sagacité, d'exactitude et de patience, que l'on consulte encore avec beaucoup de profit, ce qui démontre, une fois de plus, que les observations faites et relatées avec précision résistent victorieusement aux atteintes des années.

Depuis la publication de ces *Mémoires* jusqu'en 1840, un certain nombre de naturalistes ont consacré plus ou moins de pages aux zoocécidies et à leurs producteurs. Parmi ces naturalistes, il convient de citer : d'Anthoine, Bosc d'Antic, P.-F. Bouché, Boyer de Fonscolombe, von Burgsdorff, J.-L. Christ, Coquebert de Montbret, Antoine Dugès, Fabricius, É.-L. Geoffroy, C.-E. Hammerschmidt, Latreille, Linné, A.-G. Olivier, P.-J.-F. Turpin, J.-N. Vallot, C.-J. de Villers, Francis Walker, J.-O. Westwood, etc.

C'est en 1840 que Theodor Hartig fit paraître la première de ses magistrales études sur les Hyménoptères cécidogènes de la famille des Cynipidés, mémoire qui est en même temps le premier travail systématique que l'on ait publié sur les cécidozoaires et leurs cécidies. Depuis cette époque, le captivant sujet traité en ces pages a fait d'énormes progrès. Des travaux de grande importance ont été publiés à son égard, et les mémoires zoocécidologiques furent tellement nombreux, surtout dans le dernier quart du siècle qui vient de finir, que l'énumération du nom de leurs auteurs serait fastidieuse dans cette causerie. Je me borne à en mentionner les principaux :

Carl Amerling, Félix Dujardin, Georg von Frauenfeld, Nalepa, D.-H.-R. von Schlechtendal, Friedrich Thomas, etc., ont publié de savants mémoires sur les acarocécidies et leurs producteurs, qui appartiennent à la famille des Phytoptidés.

Relativement aux hyménoptérocécidies et aux Insectes qui les déterminent, nous avons les précieuses publications de W.-H. Ashmead, H.-F. Bassett, P. Cameron, J.-E. Giraud, Gustav Mayr, R. von Osten-Sacken, J. Paszlavszky, C.-V. Riley, B.-D. Walsh, etc. ; le célèbre mémoire d'H. Adler sur la génération alternante chez les Cynipidés des Chênes, l'admirable monographie des Cynipidés d'Europe et d'Algérie (en cours de publication), par J.-J. Kieffer, etc.

Les hémiptérocécidies et leurs producteurs furent savamment étudiés et décrits par L. Courchet, Derbès, J.-H. Kaltenbach, H.-F. Kessler, Jules Lichtenstein, Giovanni Passerini, etc.

Nous devons à J.-J. Bremi, F. Karsch, H. Loew, F. Löw,

C. Massalongo, Josef Mik, A. Müller, E. Rübsaamen, C.-H. Tyler Townsend, Wachtl, Winnertz, etc., d'excellents mémoires sur les diptérocécidies et leurs producteurs, qui appartiennent principalement aux Cécidomyidés, famille dont les espèces d'Europe et d'Algérie sont magistralement étudiées par J.-J. Kieffer, dans un travail monographique en cours de publication.

G.-E.-C. Beauvisage a publié un mémoire sur les zoocécidies utiles ; M.-W. Beyerinck, des observations sur les premières phases du développement de quelques cynipidocécidies ; Karl Eckstein, B. Nabias, des résumés de la question dont il s'agit dans cette causerie ; H. Fockeu, des travaux sur le développement de différentes arthropodocécidies ; de Lacaze-Duthiers, des recherches pour servir à l'histoire des zoocécidies ; M. Molliard, des recherches sur les zoocécidies florales ; Prillieux, une étude sur la structure et le développement de quelques zoocécidies des Chênes ; etc. ; publications de haute importance et d'un grand intérêt.

Outre ces nombreux mémoires sur la systématique, la biologie et l'anatomie des cécidozoaires et de leurs productions, il faut ajouter une longue série de publications concernant la question au point de vue faunique. Pour me restreindre à ma province natale, la Normandie, dont la faune est le sujet principal de mes études, je peux, en outre de mes modestes notes sur les zoocécidies normandes, citer les publications de V. Martel sur les zoocécidies des environs d'Elbeuf (Seine-Inférieure et Eure), de J.-J. Kieffer sur les zoocécidies des Petites-Dalles (commune de Sassetot-le-Mauconduit, Seine-Inférieure), d'Émile Ballé sur les zoocécidies des environs de Vire (Calvados), et d'A. Loiselle sur les zoocécidies des environs de Lisieux (Calvados).

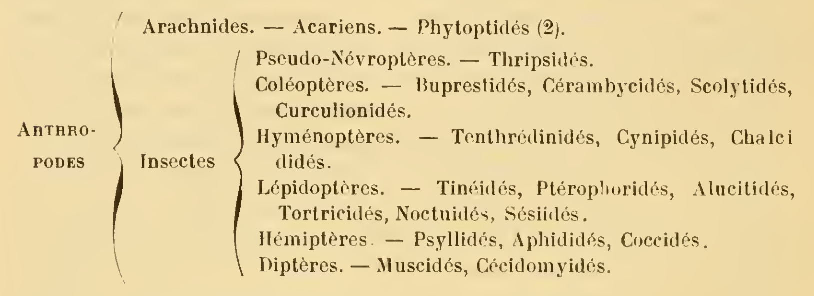
Tel est, en un résumé très-incomplet, l'historique de la zoocécidologie.

Cécidozoaires

Il existe un très-grand nombre d'espèces animales cécidogènes. On a décrit jusqu'à ce jour plusieurs centaines d'espèces européennes, et, sans nul doute, il y en a beaucoup encore à trouver en Europe. Quant aux espèces exotiques, on peut considérer comme certain qu'elles sont très-nombreuses, mais nous n'avons à leur égard que des connaissances bien restreintes. Il n'est donc nullement téméraire de dire que plus tard, lorsque les espèces cécidogènes exotiques auront été longuement étudiées, des milliers d'espèces animales productrices de cécidies seront inscrites sur les catalogues.

Les cécidozoaires actuellement connus appartiennent à trois embranchements du règne animal : les Arthropodes, les Némathelminthes et les Lophostomés. Dans les deux derniers de ces embranchements, on ne connaît jusqu'alors que peu d'espèces productrices de cécidies ; par contre, les Arthropodes en contiennent un grand nombre.

Dans le tableau (1) suivant sont indiqués les embranchements, classes, ordres et familles renfermant des espèces cécidogènes. Les genres n'y sont pas mentionnés, afin de ne pas augmenter l'aridité de cette causerie, simple résumé qui ne doit avoir qu'un caractère général.



ARTHROPODES
- Arachnides. — Acariens. — Phytoptidés (2).
- Insectes
  - Pseudo-Névroptères. — Thripsidés.
  - Coléoptères. — Buprestidés, Cérambycidés, Scolytidés, Curculionidés.
  - Hyménoptères. — Tenthrédinidés, Cynipidés, Chalcididés.
  - Lépidoptères. — Tinéidés, Ptérophoridés, Alucitidés, Tortricidés, Noctuidés, Sésiidés.
  - Hémiptères. — Psyllidés, Aphididés, Coccidés.
  - Diptères. — Muscidés, Cécidomyidés.

NÉMATHELMINTHES. — Nématoïdes. — Errants. — Dorylaimidés.

LOPHOSTOMÉS. — Rotifères. — Ploïmes. — Notommatidés.

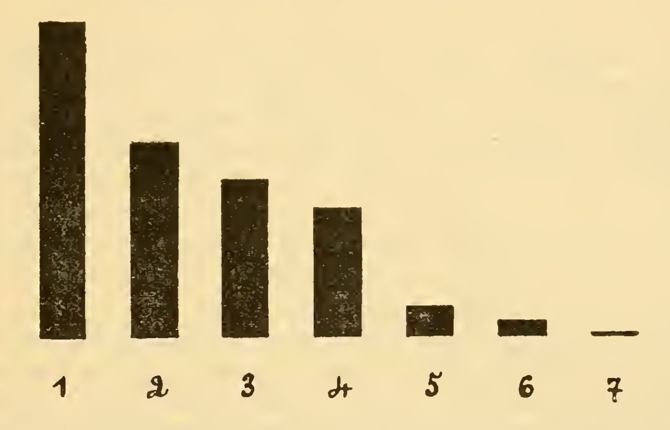
Les cécidies produites par les Arthopodes sontd'une très-grande diversité, relativement à leur forme, leurs dimensions, leur structure, etc. Il en est de même au point de vue de leur situation. Ce serait une erreur de croire que chaque famille d'Arthropodes cécidogènes détermine des déformations qui lui sont particulières, car des espèces d'une même famille produisent des cécidies fort différentes. Toutefois, les cécidies de quelques familles d'Arthropodes ont des caractères plus ou moins particuliers. Ainsi, par exemple, toutes les phytoptocécidies sont ouvertes ou non hermétiquement closes; les cécidomyiocécidies sont en majorité ouvertes, mais beaucoup cependant sont closes; toutes les cynipidocécidies sont closes entièrement. Il importe de dire que chaque espèce d'Arthropode cécidogène, non-seulement détermine une cécidie qui lui est

(1) J'ai suivi, dans ce tableau, la classification et les noms de groupe adoptés par Edmond PERRIER dans son remarquable *Traité de Zoologie*.

(2) Les noms de *Phytoptus* et de Phytoptidés ont récemment été changés par NALEPA en ceux d'*Eriophyes* et d'Ériophyidés. Pour des raisons spéciales, que je ne crois pas nécessaire d'indiquer ici, J.-J. KIEFFER pense — et je suis de son avis — qu'il convient d'employer les noms de *Phytoptus* et de Phytoptidés.

propre, le plus souvent sur une espèce particulière de végétal, et, très-généralement, sur tel ou tel des organes de ce végétal, à l'exclusion des autres; mais que, si la cécidie se développe sur différents organes de ce végétal, sa forme caractéristique reste la même. Il convient d'ajouter que toutes les familles d'Arthropodes indiquées dans le tableau précédent, c'est-à-dire les Phytoptidés et toutes les familles d'Insectes, contiennent à la fois des espèces cécidogènes et des espèces qui ne le sont pas. En outre, dans ces familles, le nombre des espèces cécidogènes est le plus souvent inférieur à celui des espèces qui ne produisent pas de cécidies.

Dans l'état actuel de la science, il est totalement impossible



1, Diptères; 2, Acariens; 3, Hyménoptères; 4, Hémiptères; 5, Coléoptères; 6, Lépidoptères; 7, Pseudo-Névroptères.

d'indiquer, même d'une façon très-approximative, le nombre des espèces cécidogènes que renferme chaque ordre ou chaque famille d'Arthropodes. Toutefois, on peut se faire une vague idée du rapport qui existe, au point de vue du nombre des espèces, entre les différents ordres d'Arthropodes cécidogènes. A cet égard, j'ai fait le diagramme ci-joint qui, par la hauteur des bandes noires, montre ce rapport. Je ne saurais absolument pas indiquer un nombre d'espèces, même très-approximatif, soit à la bande la plus haute, soit à la moins élevée de ce diagramme, que je donne sous les plus expresses réserves, car son exactitude est fort problématique.

On ne connaît jusqu'alors qu'un petit nombre de cécidies produites par des Nématoïdes. Ce sont des déformations causées à des organes aériens et souterrains de différents végétaux par des



espèces appartenant à la famille des Dorylaimidés et aux genres *Tylenchus* et *Heterodera* (pl. II, fig. 12). La nématoïdocécidie de beaucoup la plus connue est la nielle du Blé. Son producteur est le *Tylenchus tritici* (Needh.).

Quant aux Rotifères cécidogènes, je n'en puis citer qu'une seule espèce : le *Notommata Wernecki* Ehrbg. Cet animalcule détermine des excroissances aux filaments d'Algues vivant dans l'eau douce et sur la terre humide, et appartenant aux genres *Vaucheria* et *Woroninia*.

Forme, dimensions, couleurs situation et structure des Zoocécidies

Les zoocécidies offrent une diversité fort grande à l'égard de leur configuration et de leurs dimensions. Elles ont aussi une structure très-variée et se développent sur tous les organes des végétaux. Aussi est-il fort malaisé d'établir une classification rigoureuse, basée sur leur forme, leur situation ou leur structure. Pour moins de complexité, on les classe très-généralement d'après les groupes zoologiques auxquels appartiennent leurs producteurs, ou d'après la classification des végétaux chez lesquels se développent ces productions si curieuses.

Étant donné qu'un grand nombre de zoocécidies ont une forme parfaitement caractérisée, et qu'un grand nombre d'autres ne possèdent pas une forme nettement définie, on pourrait diviser les zoocécidies en morphocécidies et amorphocécidies; mais il en est beaucoup qui sont intermédiaires entre les unes et les autres.

Étant donné, d'autre part, qu'un grand nombre de zoocécidies se trouvent en dehors de l'organe végétal où elles se sont développées, et qu'un grand nombre d'autres existent dans l'intérieur d'organes végétaux hypertrophiés, on pourrait diviser les zoocécidies en ectocécidies et endocécidies. Cette classification serait aussi très-insuffisante, car beaucoup de zoocécidies ne sont, ni de véritables ectocécidies, ni de vraies endocécidies.

Les expressions de morphocécidie, amorphocécidie, ectocécidie et endocécidie, peuvent être employées, mais elles ne sauraient, je le répète, constituer une classification des zoocécidies, qui, pour être à la fois sans lacunes et sans défauts, me paraît bien difficile à établir.

On rencontre, chez les zoocécidies, les formes les plus diverses, dont beaucoup sont fort curieuses.

Les unes sont sphériques ou subsphériques, telles que l'hyménoptérocécidie du *Pontania viminalis* (L.), qui se développe à la face inférieure des feuilles de diverses espèces de Saules; les hyménoptérocécidies des *Cynips Kollari* Htg., *Neuroterus baccarum* (L.), *Dryophanta folii* (L.) (pl. I, fig. 9 et 9 a), que l'on trouve sur plusieurs espèces de Chênes; etc.

D'autres sont subconiques, comme l'acarocécidie du *Phytoptus tiliae* Nal., qui se forme à la face supérieure des feuilles de diverses espèces de Tilleuls; l'hyménoptérocécidie de l'*Andricus Sieboldi* (Htg.), que l'on rencontre, le plus souvent près du sol, sur de tout jeunes Chênes d'espèces différentes et sur de petits rameaux de ces arbres; la diptérocécidie du *Mikiola fagi* (Htg.), qui existe à la face supérieure des feuilles du Hêtre commun (pl. II, fig. 8 et 8a); etc.

La cécidie d'un Hyménoptère de la famille des Tenthrédinidés, le *Pontania gallicola* (Westw.), est ellipsoïdale, moins souvent réniforme, et se voit sur les deux faces des feuilles de différentes espèces de Saules, où elle se développe au nombre d'une à dix (pl. I, fig. 4 et 4a).

La cécidie d'un Hémiptère de la famille des Aphididés, le *Tetraneura ulmi* (Geer), est claviforme et se trouve en nombre très-variable à la face supérieure des feuilles de l'Orme commun (pl. II, fig. 7).

Beaucoup de zoocécidies ont l'aspect d'un bourgeon de forme ovoïde ou subsphérique, et composé d'écailles plus ou moins imbriquées, résultat de la déformation de bourgeons normaux par des cécidozoaires. Telles sont l'acarocécidie du *Phytoptus calycophthirus* Nal., qui se forme sur diverses espèces de Bouleaux; celle du *Phytoptus avellanae* Nal., que l'on trouve sur des Coudriers d'espèces différentes; l'hémiptérocécidie du *Psylla buxi* (L.), composée de quelques feuilles en forme de calotte à concavité interne, appliquées les unes contre les autres, cécidie qui se développe à l'extrémité des rameaux du Buis commun; la diptérocécidie du *Perrisia capitigena* (Bremi), que l'on trouve à l'extrémité de la tige et des rameaux de l'*Euphorbia cyparissias* L. (pl. II, fig. 9 et 9a); etc.

Des Arthropodes cécidogènes déterminent l'enroulement marginal des feuilles : telles sont l'acarocécidie du *Phytoptus tuberculatus* Nal., à la face inférieure des feuilles de la Tanaisie vulgaire; l'acarocécidie du *Phytoptus galii* Nal., à la face supérieure des feuilles de différentes espèces de *Galium*; l'hémiptérocécidie du *Psyllopsis fraxini* (L.), à la face inférieure des feuilles du Frêne

commun ; la diptérocécidie du *Perrisia marginemtorquens* (Winn.), à la face inférieure des feuilles de Saules d'espèces différentes (pl. II, fig. 10) ; etc.

De nombreux animaux cécidogènes produisent des endocécidies, constituées par l'hypertrophie locale des racines, des tiges, des rameaux, des fruits, etc. Citons, à cet égard, la coléoptérocécidie de l'*Apion scutellare* Kirby, qui se développe dans les rameaux de l'*Ulex nanus* Sm. ; les hyménoptérocécidies de l'*Aulax hieracii* (Bouché), que l'on trouve chez diverses espèces d'*Hieracium* (pl. I, fig. 6 et 10), du *Diastrophus rubi* Htg., qui se forme chez plusieurs espèces de Ronces, du *Xestophanes potentillae* (Villers), déterminée chez des *Potentilla* ; la lépidoptérocécidie de l'*Oecoccis guyonella* Guenée, qui se produit à différents organes du *Limoniastrum guyonianum* Boiss. (pl. II, fig. 1) ; etc.

Je n'insiste pas davantage sur la configuration multiple des zoocécidies, dont je ne donne ici qu'une très-faible idée.

Quant à la taille de ces curieuses déformations végétales, elle est également très-variée. Il existe des zoocécidies qui ont deux millimètres de longueur ; par contre, celle d'un Puceron, le *Schizoneura lanuginosa* Htg., atteint quelquefois la taille d'une grosse orange. Cette hémiptérocécidie, vésiculeuse, souvent arrondie, uniloculaire, à surface externe pubescente, d'un vert blanchâtre et marquée de nombreux sillons, se développe sur les feuilles de l'Orme commun. Elle résulte d'une hypertrophie du limbe, ou seulement d'une partie de ce limbe, et même, selon quelques auteurs, de toutes les feuilles d'un bourgeon.

Entre les dimensions que je viens de citer, et qui ne sont pas les extrêmes, on peut intercaler des zoocécidies formant, au point de vue de leur taille, une gradation complète.

La coloration des zoocécidies est multiple ; toutefois, ce sont les couleurs verte et jaune, plus ou moins claires ou plus ou moins foncées, et teintées de rouge et de rose, qui sont les plus fréquentes.

Relativement à leur surface, il règne aussi une grande diversité. Les unes sont glabres, d'autres pubescentes. Certaines sont capillacées, tel est, entre autres, le bédéguar ou cynorrhodon (pl. I, fig. 5), cécidie très connue et produite, chez différentes espèces de Rosiers, par un Hyménoptère de la famille des Cynipidés : le *Rhodites rosae* (L.). La diptérocécidie du *Mayetiola poae* (Bosc), qui se développe immédiatement au-dessus des nœuds des chaumes du *Poa nemoralis* L., est aussi une déformation capillacée. La surface externe de l'hyménoptérocécidie du *Neuroterus lenticularis* (Ol.)

(pl. I, fig. 11 et 11 a) présente des poils d'un brun roux disposés en étoiles. Une autre hyménoptérocécidie, celle du *Neuroterus numismalis* (Ol.), offre l'aspect d'un petit bouton à dépression centrale circulaire, garni de soie brune. Ces deux dernières cécidies se développent, en nombre variable, à la face inférieure des feuilles de différentes espèces de Chênes.

Il existe des zoocécidies sur tous les organes des végétaux : racines, tiges, rameaux, bourgeons, pétioles, face supérieure et inférieure du limbe, pédoncules, fleurs, fruits, etc.

Lorsqu'on pénètre quelque peu profondément dans l'étude si attachante, voire même passionnante des zoocécidies, — l'expression n'est pas trop forte — l'esprit est confondu devant une variété si grande, devant une question si complexe dans laquelle, malgré les nombreux travaux faits à son égard, l'inconnu tient encore une si vaste place. L'étonnement est certes fort légitime quand on voit des zoocécidies très-différentes, non-seulement sur les feuilles d'un même arbre, mais sur la même feuille. Comment des animaux de la même famille, du même genre, peuvent-ils faire réagir de manières si diverses le même organe d'un végétal? C'est une énigme, et ce le sera peut-être longtemps encore. Le rêve, ce serait de pouvoir déterminer artificiellement des cécidies; la nature serait alors sur le point d'être, une fois de plus, dominée par l'intelligence humaine. Les expériences faites à cet égard ont échoué; il importe de les poursuivre et de les multiplier. Lorsqu'on voit les résultats auxquels est parvenue la tératogénie expérimentale, tout espoir n'est-il pas permis ?

Relativement à leur structure, les zoocécidies présentent aussi une très-grande diversité. Les unes ne renferment qu'une loge, où le cécidozoaire subit toutes ses transformations ou seulement une partie d'entre elles. D'autres contiennent de nombreuses loges dans chacune desquelles se développe un individu de la même espèce cécidogène. D'autres n'ont point de loges proprement dites, et les cécidozoaires qu'elles renferment vivent et s'accroissent en compagnie; etc. Certaines zoocécidies sont molles, d'autres juteuses, d'autres ligneuses. Certaines hyménoptérocécidies sont constituées par un épiderme, un parenchyme, un tissu protecteur et une couche alimentaire. L'épiderme et le parenchyme forment la partie externe de la cécidie, ou, si l'on veut, son écorce, et le tissu protecteur et la couche alimentaire constituent sa partie interne. Quantité d'autres zoocécidies sont moins complexes ; chez quantité d'autres, enfin, l'organe végétal ne réagit que faiblement, et, par suite, sa structure normale n'est modifiée que d'une façon légère.

Quant à la structure histologique des zoocécidies, je n'en parle pas dans cette modeste causerie : ce serait trop long et trop aride.

Producteurs, Commensaux, Parasites et Successeurs des Zoocécidies et des Cécidozoaires

Grande serait l'erreur si l'on croyait que la cécidie n'est que l'habitation où le Cécidozoaire passe une partie plus ou moins longue de son existence, n'est que le logement dans lequel il subit, partiellement ou entièrement, ses différentes transformations. La question n'est pas simple, mais complexe, comme nous allons le voir dans les lignes suivantes. En effet, outre les producteurs des zoocécidies, il y a les commensaux, les parasites et les successeurs, que nous allons examiner tour à tour. Étudions, à ce point de vue, les cécidies produites par de nombreuses espèces d'Hyménoptères de la famille des Cynipidés.

Les individus cécidogènes déposent des œufs, soit un seul, soit un nombre plus ou moins grand, dans un point d'un végétal. Les œufs donnent naissance à des larves, la cécidie se développe, et, dans son intérieur, les larves se nourrissent des substances alimentaires qui s'y trouvent, puis se métamorphosent successivement en nymphes et en Insectes parfaits, lesquels percent la paroi de leur habitation et mènent désormais une existence libre. Ces Insectes sont les *producteurs*, les *fondateurs* des cécidies.

Mais, dans le but que leur progéniture puisse se nourrir des substances alimentaires qui se trouvent dans les cécidies des Cynipidés, d'autres Insectes viennent y pondre des œufs, ou bien, à l'état de larves, y prennent de la nourriture. Ce sont les *commensaux*. Ces derniers appartiennent à divers ordres d'Insectes. Les uns sont des Cynipidés non cécidogènes, d'autres des Diptères, des Coléoptères, des Lépidoptères. Quand il s'agit de larves appartenant à ces deux derniers ordres, la cécidie est rongée, mais ne subit pas de changement. Au contraire, lorsque les commensaux sont des Cynipidés non cécidogènes ou des Diptères de la famille des Cécidomyidés, la cécidie, dans la majorité des cas, subit une déformation. Ces Cynipidés et ces Cécidomyidés possèdent donc la propriété cécidogène, mais en partie seulement. En effet, ils sont incapables de déterminer la production d'une cécidie ; tout ce qu'ils peuvent faire, c'est de la modifier quand elle est en voie de formation. Ils ne doivent donc pas être considérés comme de véritables Hexapodes cécidogènes.

Relativement à la place que les commensaux occupent dans les cécidies, il existe une grande diversité. Tantôt une ou plusieurs larves de commensaux occupent la chambre larvaire du fondateur, et quand elles sont plusieurs, des parois divisent cette chambre en loges dont chacune contient une larve. Dans ce cas, la chambre larvaire reste parfois intacte, ou parfois est détruite avec les tissus qui l'entourent. Tantôt les commensaux habitent, à l'état isolé, la cavité inoccupée qui existe dans un certain nombre de cécidies. Tantôt ils vivent dans des loges pratiquées par eux au sein du parenchyme de la cécidie. Enfin, et le cas paraît être assez rare, les commensaux se tiennent dans une partie très-voisine, mais distincte de la cécidie.

Souvent, les commensaux occasionnent la mort des producteurs des cécidies, et, le plus souvent, ils abandonnent l'habitation un peu plus tard que le font ces derniers. Il importe d'ajouter qu'une même cécidie loge parfois différentes espèces de commensaux.

Tandis que ces derniers déterminent sans intention, d'une manière passive, la mort des Cynipidés cécidogènes, d'autres Insectes occasionnent volontairement leur mort. Ce sont les *parasites*, qui appartiennent aux Hyménoptères des familles des Ichneumonidés, Braconidés, Proctotrupidés, Chalcididés et même Cynipidés.

C'est à Réaumur que l'on doit les premières observations sur les parasites des Cécidozoaires. Voici ce qu'il dit à cet égard dans le troisième volume de ses immortels *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes* (p. 431) : « Communément, chaque galle n'a qu'un Ver ou que des Vers d'une certaine espèce pour habitants naturels; mais ces Vers si bien renfermés de toutes parts, qui sont logés dans des cellules parfaitement closes, dont les parois sont épaisses, solides, et quelquefois plus dures que le bois ordinaire ; en un mot, ces Vers qui semblent être dans de petites forteresses inaccessibles à d'autres Insectes, n'y vivent pourtant pas en sûreté. Il n'est point de prévoyance d'Insecte, non plus que de prévoyance humaine, qui puisse parer à tout. Que la mère Mouche pouvait-elle faire de mieux que de déposer ses œufs dans des endroits où eux et les petits qui en écloraient seraient renfermés sous de si solides enveloppes ? Des Mouches quelquefois aussi petites ou plus petites que celles dans lesquelles les Vers des galles se transforment, savent percer les murs des cellules, déposer dans leur intérieur un œuf d'où naît un Ver carnassier, à qui celui-là même pour qui la galle a été faite sert de pâture ». « J'ai vu souvent, dit plus loin

Réaumur (p. 498), le petit Ver mangeur attaché à un plus gros. J'ai vu sur le corps du Ver, naturel habitant d'une galle ligneuse, un Ver plus petit qui le suçait, et j'ai vu la même chose dans beaucoup d'autres galles..... Nous avons parlé plus d'une fois des Ichneumons à longue queue, qui ont l'éclat de l'or sur du vert, du bleu, du rouge, et de quelques autres moins brillants et bruns. Il y en a des mêmes couleurs et de la même forme qui n'ont point cette queue par laquelle les autres Mouches Ichneumons se font remarquer; celles à qui elle manque sont les mâles. Cette queue est l'instrument avec lequel la femelle perce la jeune galle ou la cellule dans laquelle est l'œuf ou le Ver d'une autre Mouche. C'est l'instrument qui la met en état de déposer dans cette cellule un œuf d'où sortira le Ver qui vivra aux dépens de celui pour qui la galle a crû, qui se nourrira de sa substance..... Si on ramasse un certain nombre de galles de chaque espèce, on est aussi sûr d'en voir sortir des Mouches de Vers mangeurs, que les Mouches des Vers naturels de ces galles ; il n'est pas rare même que le nombre des Mouches des Vers étrangers surpasse beaucoup celui des Mouches des autres Vers. Entre celles qui sortent des galles, il y en a de plusieurs espèces, que la seule différence de grandeurs ferait distinguer les unes des autres, car il y en a d'extrêmement petites par rapport aux autres, et il y en a de grandeurs moyennes ».

J'ai tenu à reproduire ces lignes si intéressantes, qui montrent, une fois de plus, l'intensité du génie d'observation de Réaumur.

Nous venons de voir que les parasites s'attaquent directement à la progéniture des fondateurs des cécidies, pour que leurs larves s'en nourrissent. Les parasites de petite taille pondent généralement un plus ou moins grand nombre d'œufs dans une cécidie. Par contre, ceux de grande taille n'en déposent qu'un, et toujours sur la larve, la nymphe ou même l'adulte du Cynipidé cécidogène, de telle sorte que ce Cynipidé est ectoparasité.

Non-seulement les producteurs des cécidies, mais leurs commensaux ont aussi des parasites.

Lorsque les producteurs, les commensaux et les parasites ont abandonné la cécidie, cette dernière joue encore un certain rôle dans l'économie de la nature, car elle abrite une catégorie d'animaux auxquels on a donné le nom de *successeurs*, et qui, eux aussi, offrent une grande diversité.

Les uns utilisent des zoocécidies abandonnées, en guise d'habitations pour y élever leur progéniture, tels sont des Fourmis, certains Hyménoptères des familles des Sphécidés et des Apidés,

etc. Mais ces successeurs ont eux-mêmes des ennemis, des parasites, qui vivent aux dépens de leurs jeunes. Les autres successeurs sont des Insectes, des Arachnides, des Myriopodes, qui viennent se loger pour un temps ou hiverner dans une vieille zoocécidie, où ils trouvent un abri à leur convenance. Des larves se cachent, pour subir leur métamorphose, dans des zoocécidies abandonnées. Ces successeurs sont exposés aussi à être parasités, et les choses continuent à se passer de même jusqu'à ce que la cécidie, se détériorant de plus en plus, devienne inhabitable et soit réduite en fragments qui finissent par être totalement détruits.

Ce que je viens de dire pour les Cynipidés cécidogènes, leurs commensaux, leurs parasites et leurs successeurs, ainsi que pour leurs cécidies, se passe, d'une façon très-générale, plus ou moins semblablement chez les autres cécidozoaires et les déformations végétales qu'ils produisent.

Il est permis de comparer les différentes phases d'une zoocécidie et des êtres qui s'y trouvent à celles d'une habitation humaine. Cette dernière est pourvue d'un propriétaire ; des commensaux viennent s'y installer; des gens volent et assassinent le propriétaire ; puis l'habitation est inoccupée; elle se détériore de plus en plus; des personnes s'y logent, qui, elles-mêmes, ne sont pas à l'abri des voleurs et des assassins, et les choses continuent ainsi jusqu'à ce que l'habitation, complètement en ruines, ne puisse même plus servir d'abri temporaire. Une zoocécidie est véritablement un microcosme.

Origine et développement des Zoocécidies

« Il nous semble aujourd'hui tout naturel d'admettre, dit excellemment J.-J. Kieffer dans sa magistrale monographie des Cynipidés d'Europe et d'Algérie (p. 135), que les galles, dans lesquelles nous trouvons des larves d'Insectes, doivent leur origine à ces mêmes Insectes. Il n'en fut pas de même autrefois. On considérait anciennement les galles comme des productions des arbres, analogues aux fruits, et non occasionnées par un agent extérieur. C'est ainsi que Pline le Naturaliste écrit, au sujet des Chênes, que ces arbres produisent alternativement, une année des glands, et l'année suivante des galles. Il avait bien remarqué qu'il se formait des « Moucherons » dans les galles des Chênes, car il décrit celles de *Neuroterus baccarum* (L.), en ajoutant : « in quibus et Culices nascuntur », mais il ne songe pas à considérer ces « Moucherons »

comme auteurs des galles. Au XVI[e] siècle, on n'en savait pas encore davantage sur ce sujet. Le docteur J.-Théod. TABERNÆMONTANUS, né à Bergzabern (Palatinat), et mort en 1590, nous apprend dans son *Kræuterbuch*, auquel il travailla pendant trente-six ans, que l'on observe dans les galles, tantôt des Mouches, et cela serait considéré comme un signe de guerre, — tantôt des Fourmis, présage d'une disette, — tantôt des Araignées, signe précurseur d'une maladie pestilentielle.

» Cent ans plus tard, nous retrouvons encore en Allemagne les mêmes idées superstitieuses au sujet de ces productions. RÉAUMUR écrit en effet, en parlant des galles de *Neuroterus baccarum* (L.) et d'*Andricus ramuli* (L.) : « Elles firent bruit en Allemagne en 1693 et » 1694; elles furent observées par plusieurs savants dont quelques- » uns, qui n'avaient pas des idées bien claires des productions de » la nature, les crurent hors de l'ordre qu'elle a établi, et que la » diablerie avait eu part à leur formation ». Ailleurs on s'imaginait, au XVI[e] et au XVII[e] siècle, que ces Vers renfermés dans des galles, et se transformant en Insectes ailés, naissaient de la pourriture. C'était l'époque où l'on admettait généralement que l'eau saumâtre et les ordures étaient capables d'engendrer des êtres ayant vie. Il n'y avait donc rien de plus naturel que d'avoir recours à cette théorie pour expliquer la présence des vers ou des Insectes ailés dans les galles

» Suivant d'autres, comme le rapporte encore RÉAUMUR, les racines des arbres, en pompant le suc nourricier de la terre, attireraient, avec ce suc, les œufs que des Insectes avaient logés dans la terre; et ces œufs, après avoir passé dans les vaisseaux de l'arbre, étant arrêtés dans les feuilles, les bourgeons, etc., y occasionneraient la production d'une galle.

» Au XVII[e] siècle, REDI, le grand naturaliste d'Arezzo, qui a vaillamment guerroyé contre les préjugés des naturalistes de son temps, et en particulier contre le faux système de la génération des Insectes par la pourriture, essaya aussi, dans son traité des Expériences sur la génération des Insectes (1668), d'expliquer l'origine des Vers des galles. Il avait d'abord pensé, disait-il, que ces Vers pouvaient provenir d'œufs déposés par des Mouches ; cette explication lui paraissait même la plus naturelle; mais plusieurs difficultés, et entre autres l'apparition des galles en même temps que les feuilles, lui firent renoncer à adopter cette hypothèse, et il préféra admettre, dans les plantes, une âme végétative ou même sensitive, chargée du soin d'y produire les Vers des galles.

» Malpighi, le célèbre médecin du pape Innocent XII, vint enfin résoudre la difficulté. Dans son traité « *De Gallis* », cet auteur fut à même, non-seulement de supposer, mais de prouver que des excroissances de plantes, observées par lui, avaient été produites à la suite d'une piqûre faite par un Cynipidé pour y déposer ses œufs. Grâce à ses patientes observations, il réussit à surprendre un Cynipidé posé sur un bourgeon de Chêne et occupé à y pondre. Examinant alors minutieusement les petites feuilles dont ce bourgeon était composé, il y trouva des œufs exactement semblables à ceux qu'il retira ensuite du corps du Cynipidé, comme aussi à ceux qu'il trouva plus tard dans des galles. Il était donc prouvé que les galles devaient leur origine à des Cynipidés. Au siècle suivant, la découverte faite par Malpighi fut confirmée par des observations plus nombreuses et plus minutieuses, dues à Réaumur ».

C'est donc à l'illustre naturaliste italien Malpighi que revient l'honneur d'avoir découvert l'origine des cynipidocécidies. Le même savant ayant observé à l'extrémité de la tarière de Cynipidés, — que ces derniers introduisent pour pondre dans différents tissus végétaux — une gouttelette d'un liquide particulier, le considéra comme un venin capable de déterminer, dans le végétal, une fermentation qui serait la cause originelle de la cécidie. Quant au mot de fermentation, il avait alors, ainsi que le fait très-justement remarquer J.-J. Kieffer, un sens vague, et différent de celui qu'on lui donne actuellement.

Malpighi assimila le venin des Cynipidés au venin de l'Abeille, qui, introduit dans un tissu animal, y détermine une tuméfaction. Ce venin, d'après lui, agirait de façon plus énergique dans les tissus des Chênes que dans ceux des autres végétaux, à cause de l'existence, chez les premiers, d'un acide vitriolique avec lequel le venin entrerait en contact, et sur lequel il agirait à la manière d'un ferment. Il importe de dire que Malpighi attribuait aussi à une sécrétion particulière des larves la production des cécidies.

Réaumur admit une triple cause à ces productions : une succion de l'Insecte, un dégagement de chaleur dû à l'embryon qui se trouve dans la cécidie, et une action simplement mécanique résultant de la piqûre de l'Insecte. D'après lui, cette lésion du tissu végétal est suffisante pour expliquer la formation des cécidies.

La théorie du venin imaginée par de Lacaze-Duthiers présente une grande analogie avec celle de Malpighi. S'appuyant sur ce fait que la tarière des Insectes peut déposer un venin particulier dans les lésions qu'elle produit aux végétaux, et faisant des rappro-

chements entre la pathologie animale et la pathologie végétale, de Lacaze-Duthiers admit que chaque espèce cécidogène possède un venin ayant une propriété spéciale. D'après lui, en même temps que l'œuf, est déposé un venin dans la lésion du végétal, venin spécifique qui agit directement sur le tissu végétal et cause le développement de la cécidie.

Il serait trop long, dans une telle causerie, d'entrer dans des détails au sujet du développement des zoocécidies et de leurs producteurs, tels que les endroits des végétaux où elles se forment, les époques auxquelles sont pondus les œufs, la manière dont la ponte s'effectue, le développement de l'œuf, la formation du plastème gallaire (1), l'emprisonnement de la larve dans ce plastème, la formation de la chambre larvaire, l'évolution de la larve, de la nymphe et de l'adulte, la maturité et la caducité des zoocécidies, etc., questions aussi complexes qu'intéressantes, mais qui exigent, pour être bien claires, de longues descriptions et de nombreuses figures.

Relativement à la formation des cécidies des Cynipidés, voici l'importante conclusion donnée par J.-J. Kieffer dans sa monographie des Cynipidés d'Europe et d'Algérie (p. 183) :

« Qu'un œuf de Cynipidé soit déposé à l'intérieur d'un tissu végétal ou sur la surface de ce dernier, la formation gallaire ne commence jamais qu'après le développement de la larve, mais avant que cette dernière ne soit sortie de l'œuf ; elle est donc très-probablement due à une sécrétion de la larve. La chambre larvaire se forme grâce à l'inégalité de croissance du plastème : les parties qui sont en contact immédiat avec la larve subissent un arrêt dans leur croissance ; celles, au contraire, qui en sont faiblement éloignées montrent une augmentation de croissance. On peut dire, en général, que pendant la formation de la chambre larvaire, l'embryon ou la larve demeure entièrement passif ; il ne change pas de place, si ce n'est qu'il subit un déplacement imposé par la croissance du plastème.

» Quand l'œuf a été déposé sur la surface du tissu végétal, l'épiderme primitif de ce dernier formera la peau du plastème; le tissu de l'ouverture et celui de la chambre larvaire sont formés aux dépens de l'épiderme du végétal, et les galles ont leur cicatrice au dehors. Si l'œuf a été déposé dans une blessure faite à l'intérieur du végétal, la cicatrice sera intérieure et le tissu de la chambre

(1) Sous ce nom de plastème gallaire (gallplastem), M.-W. Beyerinck désigne le tissu générateur de la cécidie.

larvaire sera formé de cellules provenant de l'intérieur de la plante. C'est ainsi qu'on peut expliquer la formation de la chambre larvaire. Comme on le voit, nous n'avons pas touché la question de la forme particulière à chacune de ces productions. Pourquoi, par exemple, les galles de *Rhodites Mayri* Schlechtd. et de *Rhodites rosae* (L.), se développant en même temps sur les mêmes organes de la même plante, paraissent-elles si différentes, la surface de l'une étant parsemée d'épines courtes et droites, celle de l'autre disparaissant sous une multitude de filaments allongés, foliacés, pinnatifides et enchevêtrés ? La seule réponse que l'on puisse donner, c'est-à-dire la différence de la sécrétion de la larve, reste toujours une énigme ».

Non-seulement les causes de la configuration extrêmement variée des si nombreuses cécidies produites par des animaux très-différents nous est encore inconnue dans son essence; non-seulement l'imagination reste confondue par ce fait, jusqu'alors inexpliqué, que l'on voit, sur la même feuille du même végétal, des zoocécidies de forme et de structure très-dissemblables, mais nous ne savons pas, de façon absolument certaine, à quoi sont dues les zoocécidies. Toutefois, on peut dire que la condition essentielle pour leur production, c'est que les tissus végétaux où elles se forment soient encore susceptibles de s'accroître. Le développement de la cécidie est intimement lié au développement de la larve du Cécidozoaire, et il s'arrête quand elle meurt. Il est fort probable qu'au moins la très-grande majorité des cécidies ont pour origine une sécrétion de la larve du Cécidozoaire.

Souhaitons ardemment que ces énigmes soient dissipées un jour, et disons, comme Virgile : « *Felix, qui potuit rerum cognoscere causas !* »

Parthénogenèse et hétérogenèse chez les Cynipidés cécidogènes

Tandis qu'un grand nombre d'Hyménoptères ont une conformation élégante et sont parés de brillantes couleurs, ceux qui constituent la famille des Cynipidés ont une petite taille et une humble coloration ; toutefois ils excitent, à d'autres égards, un intérêt aussi vif que légitime. En effet, non-seulement beaucoup d'entre eux possèdent l'étonnant pouvoir de déterminer chez les végétaux des déformations aussi curieuses que variées, mais un certain nombre d'espèces offrent deux modes de reproduction des plus remarquables : la parthénogenèse ou génération agame chez cer-

taines espèces, l'hétérogenèse ou génération alternante chez d'autres.

On savait depuis longtemps que certaines espèces de Cynipidés cécidogènes possédaient à la fois des mâles et des femelles, tandis que, chez certaines autres, on ne trouvait que des femelles. L'illustre entomologiste Theodor HARTIG avait eu la patience de récolter 28.000 cécidies de *Dryophanta divisa* (Htg.), dont il obtint environ 10.000 individus femelles, mais pas un seul mâle. Les recherches qu'il fit sur une autre espèce du même genre, le *Dryophanta folii* (L.), le conduisirent à un résultat identique. En conséquence, il devait donc y avoir chez les espèces ne possédant que des femelles, désignées sous le nom d'espèces agames, une reproduction parthénogénétique forcée et normale, puisque les mâles n'existaient pas.

Que de fois, a écrit LICHTENSTEIN, ai-je trouvé GIRAUD devant ses boîtes, le front dans ses mains, et me disant : « Il y a, dans ces Cynipidés agames, un mystère dont la découverte fera la gloire d'un homme ». Dans un mémoire sur la parthénogenèse, VON SIEBOLD écrivait qu'on ne pourra posséder une explication satisfaisante du mode de reproduction des Cynipidés, que lorsque leur développement aura été suivi pas à pas, dans toutes ses phases, depuis l'œuf fécondé ou non. Espérons, ajoutait l'illustre professeur, qu'il se trouvera parmi les entomologistes un ŒDIPE qui saura résoudre cette énigme. Des ŒDIPE se sont trouvés. Ce furent, surtout, H.-F. BASSETT, C.-V. RILEY et H. ADLER.

Non-seulement la parthénogenèse a lieu chez certaines espèces de Cynipidés cécidogènes, mais on observe aussi, chez d'autres, l'extraordinaire phénomène de la génération alternante. En définitive on trouve, chez les Hyménoptères de la famille des Cynipidés, trois modes de reproduction : la génération agame ou parthénogénétique, la génération sexuelle normale et la génération alternante ou hétérogenèse.

Chez les Cynipidés agames, l'Insecte produit une cécidie toujours semblable à celle où il a subi ses différentes transformations. Chez beaucoup d'espèces de cette famille d'Hyménoptères, la reproduction sexuelle n'offre rien de particulier, sauf, toutefois, que les mâles sont ordinairement plus rares que les femelles, et que ces dernières peuvent, chez certaines espèces, se reproduire sans le concours du mâle. « J'ai observé ce cas, dit J.-J. KIEFFER dans sa monographie des Cynipidés d'Europe et d'Algérie (p. 227), pour *Diastrophus rubi* Htg., *Rhodites rosae* (L.) et *R. Mayri* Schlechtd.;

pour ces deux dernières espèces, Beyerinck et Paszlavszky l'avaient déjà démontré auparavant.

» Le genre *Rhodites* paraît être sur la limite entre la première et la seconde catégorie, la fécondation n'étant possible que très-rarement et exceptionnellement. En effet, les mâles sont extrêmement rares dans ce genre. Reinhard a recueilli des galles de *Rhodites rosae* (L.) pendant quinze années consécutives ; il en a obtenu des centaines de Cynipidés femelles et une seule fois un mâle. Sur 671 *Rhodites rosae* obtenus par Adler, il ne se trouva que sept mâles. Pour ma part j'ai ramassé, pendant plusieurs années, toutes les galles de *Rhodites rosae* et *R. Mayri* que j'ai pu trouver ; j'en ai obtenu des centaines de femelles, mais pas un seul mâle. Pour *Rhodites rosarum* Giraud, Schenck est le seul auteur qui ait observé le mâle. Sur 94 exemplaires de *Rhodites spinosissimae* Giraud, ce dernier ne trouva que 4 mâles. Le mâle de *Rhodites eglanteriae* Htg. n'a été obtenu de même que très-rarement. Enfin, celui de *R. Mayri* est encore à décrire. Beyerinck dit en avoir vu cinq sur plusieurs centaines de femelles, mais il n'en donne aucune description.

» En Amérique, on a fait la même observation sur ce genre : sur 200 exemplaires de *R. rosae* obtenus par le baron von Osten-Sacken, se trouvait seulement un mâle.

. . . .

» En présence de ces faits, on peut donc conclure que certains Cynipidés, et particulièrement ceux de l'Églantier, se propagent habituellement par parthénogenèse et extraordinairement par génération sexuelle ».

J'arrive maintenant au phénomène si profondément intéressant de la génération alternante ou hétérogenèse.

Le mérite de sa découverte chez les Cynipidés appartient à Bassett et à Riley ; mais ce fut Adler qui, de façon magistrale, généralisa cette découverte et, le premier, démontra son existence chez les Cynipidés européens, les observations de Bassett et de Riley ayant été faites dans l'Amérique du Nord.

La génération alternante n'existe, chez les Cynipidés, que dans un certain nombre d'espèces cécidogènes. Elle consiste en ce fait, d'un puissant intérêt, que des formes agames, c'est-à-dire composées uniquement de femelles, donnent naissance à des formes possédant des mâles et des femelles, à des formes bisexuées, lesquelles, à leur tour, produisent des formes agames, et ainsi de suite. Il y a donc une génération bisexuée alternant avec une génération agame,

avec une génération parthénogénétique. Les individus des formes agames et des formes bisexuées sont à ce point dissemblables, que ces formes avaient été classées dans des genres différents. Quant aux cécidies des formes agames, elles diffèrent plus ou moins complètement comme configuration, et souvent comme situation, des cécidies des formes bisexuées.

Étant donné que les individus des formes agames et ceux des formes bisexuées ne sont, en réalité, que des individus dimorphes de la même espèce, il importait absolument de les réunir dans le même genre. On adopta, comme nom de genre, celui de la forme agame, et on laissa leurs noms spécifiques à la forme agame et à la forme bisexuée.

Voici, à titre d'exemples, trois cas de génération alternante chez les Cynipidés :

Le *Biorrhiza aptera* (Bosc), forme agame, sort, à la fin de l'automne et au commencement de l'hiver, de cécidies ligneuses, arrondies, développées sur des racines de Chênes. Il pique des bourgeons de ces végétaux, où se développent des cécidies ordinairement arrondies, pluriloculaires, d'où sortent, à la fin du printemps ou au commencement de l'été, les individus mâles et femelles du *Biorrhiza pallida* (Ol.). La femelle de cette forme sexuée dépose, après l'accouplement, ses œufs dans des racines de Chênes, et le résultat est la production des cécidies du *Biorrhiza aptera*.

En automne et en hiver, les individus agames du *Dryophanta folii* (L.) sortent des cécidies sphériques, uniloculaires et d'un jaune verdâtre plus ou moins teinté de rouge, qui se trouvent, en petit nombre ou isolément, à la face inférieure des feuilles de Chênes. Ces individus agames déposent leurs œufs dans les bourgeons de Chênes, d'où résulte la production de petites cécidies uniloculaires d'un violet foncé velouté, d'où sortent, au printemps suivant, les individus mâles et femelles du *Dryophanta Taschenbergi* (Schlechtd.). Ces dernières, après s'être accouplées, déposent leurs œufs à la face inférieure des feuilles de Chênes, où se développent les cécidies du *Dryophanta folii*.

Les cécidies du *Neuroterus lenticularis* (Ol.) sont circulaires, très-légèrement coniques, d'un jaune blanchâtre ou rougeâtre, et ornées de poils d'un brun roux disposés en étoiles. Elles sont situées en nombre variable, souvent de 20 à 30, à la face inférieure des feuilles de Chênes. Au printemps en sortent des individus agames qui vont déposer leurs œufs à la face inférieure des feuilles et au pédoncule

des châtons mâles de Chênes, où se développent des cécidies sphériques ou subsphériques, glabres, uniloculaires, d'un vert blanchâtre plus ou moins teinté de rouge. Ce sont les cécidies du *Neuroterus baccarum* (L.), forme bisexuée, dont les femelles, qui éclosent dans le même printemps, vont déposer, après l'accouplement, leurs œufs à la face inférieure des feuilles de Chênes, d'où résulte la formation des cécidies du *Neuroterus lenticularis* (Ol.).

Ainsi qu'on le voit, on désigne les cécidies par l'appellation des Cynipidés qui en sortent, et non point par celle de leurs producteurs.

Il convient d'ajouter que dans tous les cas actuellement connus de Cynipidés à génération alternante, la forme agame éclot de l'automne au printemps inclusivement, et la forme bisexuée au printemps ou en été.

Il est très-intéressant de savoir laquelle des deux générations actuelles est la forme d'origine, ou, du moins, s'en rapproche le plus.

Selon Adler, dit J.-J. Kieffer dans sa monographie des Cynipidés d'Europe et d'Algérie (p. 234), la forme agame est supérieure à la forme bisexuée ; « cette dernière serait une phase dégénérée, qui se présenterait seulement quand l'espèce a perdu une partie de son activité première. La parthénogenèse serait la forme primordiale de la génération, et la génération sexuelle lui serait subordonnée. La seule preuve sur laquelle Adler base son opinion, c'est que la forme agame subsiste et se suffit à elle seule, tandis qu'on ne connaîtrait pas d'exemple de forme sexuée se suffisant à elle seule. Cette assertion d'Adler est erronée, car nous avons vu que chez les Cynipidés vivant sur des plantes autres que le Chêne et l'Érable, et même chez un Cynipidé du Chêne, *Andricus circulans* Mayr, la forme sexuée existe seule ; nous avons vu encore que, pour le genre *Rhodites*, la génération sexuelle est la génération primordiale, et la parthénogenèse n'y est devenue générale qu'en suite de la rareté ou de la disparition des mâles. J'admettrais plutôt l'opinion qui fut émise, puis retirée de nouveau, par l'éminent naturaliste de Montpellier. Lichtenstein avait, en effet, cru retrouver, dans l'évolution des Cynipidés, une thèse à l'appui de ses idées sur la génération des Pucerons, chez lesquels il considérait la forme agame comme un état larvaire, bourgeonnant à l'infini. Nous nous trouverions donc ici en présence d'une sorte de *pædogenèse*, ayant quelque analogie avec celle que nous offre un groupe de Cécidomyies, chez lesquelles les larves ou vers pro-

duisent d'autres vers qui se multiplient eux-mêmes de la même façon pendant l'automne et l'hiver, tandis que la dernière génération, c'est-à-dire celle du printemps, arrive seule à se métamorphoser en Insectes ailés et bisexués ».

Les Pucerons cécidogènes présentent aussi une évolution des plus intéressantes, qui se compose d'une succession de formes, les unes aptères, les autres ailées, lesquelles aboutissent à la production d'individus sexués. LICHTENSTEIN a désigné sous le nom de pseudogynes ou fausses femelles les formes aptères et les formes ailées, qui, sans le concours du mâle, mettent au monde des petits. Ce sont donc des formes agames vivipares. Dans l'évolution biologique des Pucerons cécidogènes se succèdent quatre pseudogynes différentes, admirablement bien étudiées par LICHTENSTEIN : la pseudogyne fondatrice, qui est aptère ; la pseudogyne émigrante, qui est ailée ; la pseudogyne bourgeonnante, qui est aptère, et, finalement, la pseudogyne pupifère, qui est ailée et donne naissance aux mâles et aux femelles. Cette évolution si remarquable justifie, une fois de plus, l'excellence du célèbre adage : « *Natura maximè miranda in minimis* ».

UTILITÉ ET NOCIVITÉ DES ZOOCÉCIDIES

Dans l'Antiquité, les zoocécidies produites par certaines espèces d'Insectes servaient à de multiples usages. On les employait pour la teinture, le tannage, la fabrication de l'encre, etc., voire même pour l'éclairage, et grand aussi était leur emploi en médecine. Actuellement, leur usage est considérablement moins important qu'il ne l'était jadis.

La valeur industrielle et thérapeutique des zoocécidies dépend essentiellement de la quantité de tannine qu'elles renferment, car cette substance est la seule importante au double point de vue en question.

La tannine existe surtout dans les cellules du parenchyme des zoocécidies. GUIBOURT en a trouvé 65 °/ₒ dans la cécidie du *Cynips tinctoria* (Ol.), vulgairement connue sous les noms de « noix de galle, galle du Levant, galle d'Alep », etc. Selon certains auteurs, elle en contiendrait même 80 °/ₒ. D'autres cécidies des Chênes, celles des *Cynips Kollari* Htg. et *C. lignicola* Htg., ne renferment que de 25 à 30 °/ₒ de tannine, et la plupart des zoocédies des Chênes n'en contiennent qu'une quantité plus ou moins faible. F. KOCH a remarqué que les cécidies du *Dryophanta folii* (L.) récoltées en janvier possédaient un peu plus du double de sucre que celles qu'il

avait recueillies à la fin de septembre ; par contre, ces dernières renfermaient un peu plus de tannine.

D'une façon très-générale, la nocivité des Cécidozoaires est plus ou moins insignifiante pour les végétaux où se développent leurs productions ; mais il y a des exceptions, et de bien fâcheusement célèbres, tels que les dégâts causés aux Pommiers par un Hémiptère, le *Schizoneura lanigera* (Hausm.) ; ceux occasionnés aux Vignes par un autre Hémiptère, le *Phylloxera vastatrix* Planchon ; la nielle du Blé, produite par un Nématoïde, le *Tylenchus tritici* (Needh.) ; etc.

Cécidozoaires et Zoocécidies fossiles

Il est très-naturel d'admettre que des animaux cécidogènes ont vécu à différentes époques géologiques. On possède des vestiges de Cécidozoaires et de zoocécidies de l'ère tertiaire, qui appartiennent à un certain nombre d'espèces de Diptères de la famille des Cécidomyidés, et il ne paraît pas douteux qu'un examen spécial des débris fossiles de végétaux ne fasse découvrir des vestiges de Cécidozoaires et de zoocécidies, remontant à des époques antérieures et postérieures à l'ère tertiaire.

C'est en puisant dans les publications les plus autorisées que j'ai rédigé cette simple causerie, dans laquelle est brièvement résumée la si captivante question des Cécidozoaires et de leurs productions, question de haute importance pour la biologie générale, mais où l'inconnu tient encore une si vaste place. Je serais grandement heureux si cette causerie pouvait intéresser quelque peu ceux qui aiment la nature, source des jouissances les plus pures et les plus nobles, et dont l'étude fait tomber l'un après l'autre les innombrables voiles qui nous dérobent encore les merveilles infinies de l'éternelle Isis.

P.-S. — M. J.-J. Kieffer, professeur au Collège de Bitche (Lorraine), qui est, sans conteste, l'un des plus savants cécidologues contemporains, m'a rendu le précieux service — dont je le remercie intensément — de relire avec attention le manuscrit de cette causerie et de m'en signaler les imperfections, afin que j'y porte remède. A défaut de valeur, ces pages ont donc le mérite de l'exactitude.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I.

Fig. 1. — Cécidies d'un Acarien, *Phytoptus fraxini* Nal., développées à la place des fruits de *Fraxinus excelsior* L.; a, cécidie; b, fruit normal. (1/2 de la grandeur naturelle).

Fig. 2. – Phytoptidé (très-grossi).

Fig. 3. — Cécidies de Coléoptères : *Mecinus janthinus* Germ. (a) et *Gymnetron linariae* (Panz.) (b), développées à un rameau et à des racines de *Linaria vulgaris* Mill. (2/3 de la grandeur naturelle).

Fig. 4. — Cécidies d'un Hyménoptère, *Pontania gallicola* (Westw.), développées à une feuille de *Salix alba* L. (2/3 de la grandeur naturelle); 4a, section longitudinale d'une de ces cécidies.

Fig. 5. — Coupe longitudinale d'une cécidie d'un Hyménoptère, *Rhodites rosae* (L.), développée à un rameau d'une espèce du genre *Rosa* (3/4 de la grandeur naturelle).

Fig. 6. – Cécidies d'un Hyménoptère, *Aulax hieracii* (Bouché), développées à une tige d'*Hieracium umbellatum* L. (3/4 de la grandeur naturelle).

Fig. 7. — Cécidie d'un Hyménoptère, *Andricus fecundatrix* (Htg.), développée à un rameau de *Quercus pedunculata* Ehrh. (grandeur naturelle); 7a, section longitudinale de cette cécidie, montrant, sectionnée, la petite cécidie interne.

Fig. 8. — Cécidie d'un Hyménoptère, *Cynips tozae* Bosc, développée à un rameau de *Quercus pubescens* Willd. (2/3 de la grandeur naturelle).

Fig. 9. — Cécidies d'un Hyménoptère, *Dryophanta folii* (L.), développées à la face inférieure d'une feuille de *Quercus pedunculata* Ehrh. (2/3 de la grandeur naturelle); 9a, section longitudinale d'une de ces cécidies.

Fig. 10. — Section longitudinale d'une cellule larvaire d'*Aulax hieracii* (Bouché); a, tissu nutritif; b, cellule avec la larve; c, faisceaux vasculaires. (grossie 6 fois).

Fig. 11. — Cécidies d'un Hyménoptère, *Neuroterus lenticularis* (Ol.), développées à la face inférieure d'une feuille de *Quercus pedunculata* Ehrh. (2/3 de la grandeur naturelle); 11 a, section longitudinale d'une de ces cécidies.

Fig. 12 et 13. — Mâle et femelle d'un Hyménoptère cécidogène, *Trigonaspis megaptera* (Panz.); (grossis 2 fois et demie).

Fig. 14. — *Dryophanta folii* (L.) fixé sur le tronc d'un petit Chêne et déposant un œuf dans un bourgeon préventif; a, oviducte; b, œuf; c, bourgeon; d, point de végétation de ce bourgeon (l'Insecte est grossi 5 fois).

Planche II.

Fig. 1. — Cécidies d'un Lépidoptère, *Oecocecis guyonella* Guenée, développées à des rameaux de *Limoniastrum guyonianum* Boiss. (2/3 de la grandeur naturelle).

Fig. 2. — *Oecocecis guyonella* Guenée, femelle (grandeur naturelle).

Fig. 3. — Cécidie d'un Hémiptère, *Pemphigus vesicarius* Pass., développée à un rameau de *Populus nigra* L. (2/3 de la grandeur naturelle).

Fig. 4. — Cécidie d'un Hémiptère, *Pemphigus pyriformis* J. Lcht., développée à un pétiole de *Populus nigra* L., et vue par derrière (1/2 de la grandeur naturelle).

Fig. 5 et 6. — *Pemphigus pyriformis* J. Lcht. : Pseudogyne fondatrice tirée d'une cécidie, et pseudogyne émigrante sortant, au printemps, d'une cécidie. (grossies).

Fig. 7. — Cécidies d'un Hémiptère, *Tetraneura ulmi* (Geer), développées à la face supérieure d'une feuille d'*Ulmus campestris* L. (3/4 de la grandeur naturelle).

Fig. 8. — Cécidies d'un Diptère, *Mikiola fagi* (Htg.), développées à la face supérieure d'une feuille de *Fagus silvatica* L. (2/3 de la grandeur naturelle); 8 a, section longitudinale d'une de ces cécidies.

Fig. 9. — Cécidie d'un Diptère, *Perrisia capitigena* (Bremi), développée au sommet d'une tige d'*Euphorbia cyparissias* L. (grandeur naturelle); 9 a, section longitudinale de cette cécidie.

Fig. 10. — Cécidies d'un Diptère, *Perrisia marginemtorquens* (Winn.), développées à la face inférieure d'une feuille de *Salix viminalis* L. (grandeur naturelle).

Fig. 11. — Cécidomyidé (grossi).

Fig. 12. — Cécidies d'un Nématoïde errant, *Heterodera radicicola* (Grff.), développées à des racines d'une plante (grandeur naturelle).

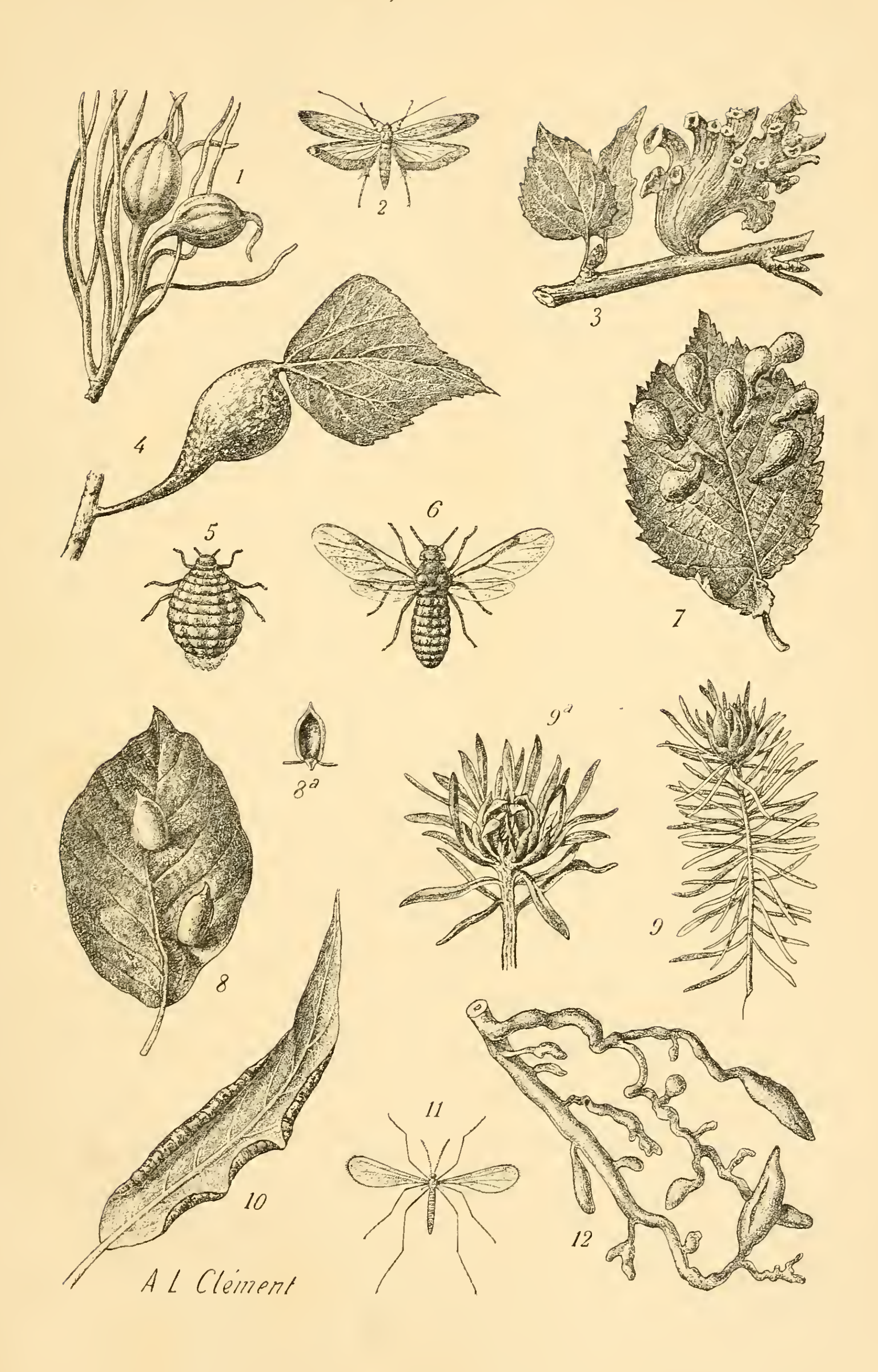
Les figures composant ces deux planches ont été fidèlement dessinées, sur mes indications, par mon excellent collègue et ami, M. A.-L. Clément, qui les a faites d'après des figures en noir et en couleurs publiées par H. Adler, M.-W. Beyerinck, J.-J. Bremi, Karl Eckstein, Guenée, J.-J. Kieffer et Jules Lichtenstein, et d'après des figures inédites qu'il m'avait naguère dessinées en couleurs, sur nature.

LILLE. — IMPRIMERIE LE BIGOT FRÈRES



Cécidozoaires et Zoocécidies.





Cécidozoaires et Zoocécidies.





CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Séance extraordinaire du 28 Février 1902 (1)

LES PAPILLONS

(avec une planche en couleur et dix figures dans le texte)

PAR

A. JANET

Une conférence sur les Papillons est une chose très ingrate, non pas pour le conférencier lui-même, puisque, parlant de ses chères études, il ne lui est pas permis de trouver ingrat un sujet auquel il s'est adonné de bonne volonté, mais pour l'auditoire ; et cela pour deux raisons. Tout d'abord, qu'on le veuille ou non, il est difficile, quand on a l'habitude de nomenclaturer ces petits animaux, de ne pas les désigner par leurs noms quand on en parle ; et ces noms sont plus ou moins baroques, plus ou moins barbares. Si par exemple je vous parle de la *Gynanthocera flabellicornis*, du *Pterophorus carphodactylus* ou de la *Lithocolletis emberyzœpennella*, ce sont vocables suffisamment hirsutes et truculents pour effrayer l'auditeur.

En outre cela ne fait pas toujours une très bonne impression morale. Un jour, je montrais ma collection, avec explications, à un de mes amis, philosophe désabusé, qui me dit : tout cela est bel et bon, mais tout ce que vous venez de me dire ne témoigne guère de grandes vertus morales chez tout votre petit peuple ailé. Considérons un ménage de Papillons. Chez l'époux, nous voyons la fatuité, la frivolité ; il est très suspect d'inconstance ; chez son épouse, nous voyons l'obstination, la dissimulation, toutes sortes de qualités par lesquelles ces êtres se rapprochent singulièrement

(1) Conférence faite dans le grand amphithéâtre de l'hôtel des Sociétés savantes sous la présidence d'honneur du professeur Perroncito, de Turin et la présidence de M. Bavay, Président de la Société Zoologique de France.

de l'espèce humaine. Est-ce la peine d'avoir l'air de nous mener dans un autre monde pour nous montrer les défauts de notre pauvre humanité ?

Ce n'est pas tout. Quelquefois les conférences des naturalistes présentent aux jeunes gens des aperçus séduisants, leur donnent le goût de s'occuper d'un sujet, et de collectionner à leur tour. Or, pour une mère de famille qui voit son fils s'adonner à l'étude des Papillons, ce sont des perspectives bien sombres qui s'ouvrent. D'abord, comme disait l'Auvergnat : « cha n'est pas que cha choit chale, mais cha tient de la plache » ; cela tient même beaucoup de place dans une maison, une collection de Papillons. Puis cela peut faire courir des dangers pour la science orthodoxe ; il est bien rare que cette étude, avec les questions qu'elle soulève relativement à l'origine et à la variabilité des espèces, ne tende pas à pousser les gens dans la voie du transformisme, du darwinisme, et autres choses en *isme*, que certaines mamans peuvent réprouver de toutes leurs forces comme des opinions absolument subversives.

Je vous fais connaître là l'envers de la médaille, avant de vous en montrer la face, s'il y en a une ; c'est que j'ai tenu à ne pas vous prendre en traître et à vous avertir toutes et tous des dangers que vous courez en prêtant l'oreille à mes paroles.

Entrons dans le vif du sujet. Les Papillons sont connus entre zoologistes, — les zoologistes sont des maniaques qui ne peuvent pas désigner une chose par son nom — sous l'appellation de Lépidoptères : c'est un mot qu'on a éprouvé le besoin de faire venir du grec, et qui signifie « ailes écailleuses ». Toutes les personnes qui ont attrapé un Papillon, à moins que ce ne soit suivant les règles de l'art, se sont aperçues que cet animal, souvent si joli quand il vole ou quand il se pose sur une fleur, perd beaucoup de son éclat et de sa beauté quand il a passé par une main inhabile ; en revanche on s'est sali les doigts, de sorte que lorsque j'ai dit tout à l'heure que ce n'est pas sale, ce n'était pas tout-à-fait exact ; on s'est sali avec une poussière colorée qui ressemble un peu à du pastel broyé. Quand on regarde cette poussière au microscope, on voit que ses grains sont de véritables écailles, de formes souvent très originales, et d'une coloration n'ayant parfois qu'un rapport assez lointain avec celle qu'on avait vu briller sur les ailes de l'Insecte.

Ces écailles ont généralement une forme arrondie, présentant une espèce de petite pointe par laquelle elles sont implantées dans la membrane presque transparente de l'aile.

Cette forme générale présente diverses variantes : ovalisée, échancrée, pectinée, etc. (fig. 1).

On rencontre aussi une forme en fer de lance assez caractéristique, qui, par effacement des saillies de la base, dégénère en un poil, ce qui a lieu assez souvent dans certaines régions des ailes et constamment sur le bord, où l'on voit une petite frange. Les poils de cette frange ne sont donc pas organiquement différents des écailles qui donnent la couleur à l'aile.

Quand on regarde de très près une écaille on voit qu'elle est comparable à un sac aplati, quelquefois vide, quelquefois contenant une matière granulée, le pigment, plus ou moins coloré ; il y a des pigments blancs, noirs, rouges, jaunes, de presques toutes couleurs ; ces pigments sont assez difficiles à étudier au point de vue chimique, vu qu'ils sont insolubles dans la plupart des réactifs, exception faite pour certains pigments rouges solubles dans l'alcool. Quant au pigment blanc qui se rencontre dans l'espèce si commune des Papillons blancs du Chou (*Pieris brassicœ* L.) on est arrivé à en déterminer la composition ; c'est tout simplement de l'acide urique, la même substance qui, lorsqu'elle s'insinue dans les membres des goutteux et des rhumatisants, leur cause des douleurs si cuisantes ; il faut croire qu'il n'en est pas de même pour les Papillons, puisqu'ils agitent généralement leurs ailes avec une désinvolture que beaucoup d'arthritiques leur envieraient.

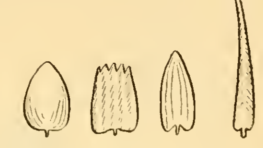


Fig. 1. — Différentes formes d'écailles de l'aile des Papillons.

Mais les plus jolies nuances des Papillons ne sont pas dues exclusivement à ces pigments colorés, elles résultent de la combinaison des couleurs provenant des pigments avec d'autres couleurs qui n'ont pas d'existence matérielle, car elles sont produites par des phénomènes optiques ayant leur siège dans la membrane transparente même qui forme la paroi du sac. Je n'ai pas du tout la prétention de vous donner une analyse détaillée de ces phénomènes. Je vous dirai simplement qu'ils sont assez proches parents de ceux qui produisent l'irisation des bulles de savon, compliqués par des effets spéciaux de « polarisation » de la lumière, qui prennent naissance quand elle traverse des milieux à structure non homogène.

On se trouve parfois dans des conditions analogues à celles que présente la lumière réfléchie sur les métaux. Les métaux sont un peu

transparents (la preuve c'est qu'ils sont franchement transparents quand ils sont en feuilles très minces), et les physiciens ont démontré que l'aspect caractéristique de la lumière réfléchie sur un métal provient de ce qu'il y a recombinaison entre une partie de la lumière incidente réfléchie directement à la surface et l'autre partie qui ne s'est réfléchie qu'après avoir pénétré d'une certaine épaisseur dans les premières couches relativement transparentes du métal. Il en est de même pour les écailles de certains Papillons ; et c'est la présence de diverses couches transparentes de réfraction différente, qui donne ces reflets, comparables absolument à ceux des métaux, ou des vernis, qu'on observe chez certaines espèces si richement colorées, dont j'aurai tout à l'heure l'occasion de faire passer des spécimens sous vos yeux.

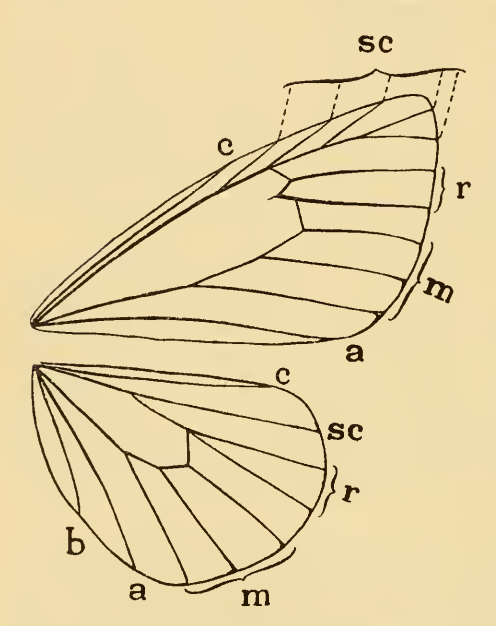


Fig. 2. — Disposition des nervures sur des ailes de Papillon à cellule fermée : *a*, *b*, nervures postérieures ; *c*, nervure costale ; *m*, nervure médiane ; *r*, nervures radiales ; *sc*, nervures sous-costales.

Les écailles dont nous parlons sont appliquées, ai-je dit, sur la surface transparente du tissu qui constitue les ailes. Je vous dirai un mot tout à l'heure de l'origine des ailes. Pour le moment je vous parle seulement de leur constitution.

Elles sont formées d'une membrane fragile, consolidée par des nervures. Ces nervures occupent un plan assez constant. Examinons en premier lieu l'aile antérieure (fig. 2) : on remarque d'abord une espèce de renfort qui vient longer le bord antérieur des ailes ; c'est la nervure costale (c), puis un système formé par un tronc commun, la sous-costale (s c) qui se bifurque en 3, 4 ou 5 branches.

Viennent ensuite deux nervures, les radiales (r), qui ont des rapports assez variables avec les systèmes avoisinants ; elles ont

souvent l'air de vouloir s'enraciner dans l'espace occupant la région centrale de l'aile ; cette racine est un vestige d'une ancienne nervure existant chez d'autres ordres d'Insectes d'une façon constante, et seulement à titre exceptionnel chez les Papillons. Puis vient la nervure médiane (m), bifurquée en trois rayons et enfin une dernière nervure (a), qui soutient le bord postérieur comme la première soutient le bord antérieur.

La nervulation des ailes postérieures ne diffère pas, dans ses grandes lignes, de celle des ailes de devant, mais la sous-costale est simple au lieu d'être bifurquée, et l'on trouve à l'arrière de la médiane deux nervures a, b, au lieu d'une seule.

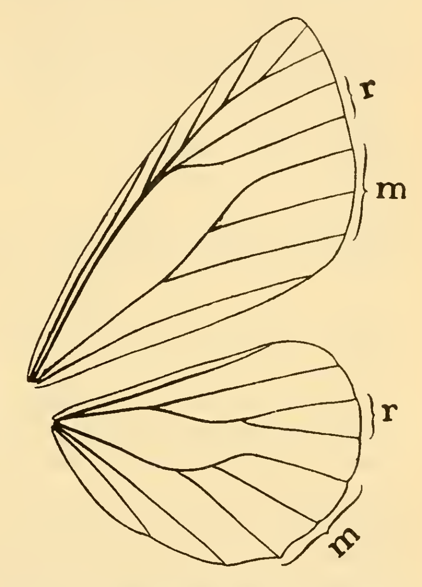


Fig. 3. — Disposition des nervures sur des ailes de Papillon à cellule ouverte : *m*, nervures médianes; *r*, nervures radiales.

Si vous examinez la nervulation de cette autre paire d'ailes (fig. 3), qui a un facies différent, vous voyez que c'est la même répartition en groupes : la différence d'aspect entre les ailes de la fig. 2 et celle de la fig. 3 provient simplement de ce que, entre les radiales et les médianes, il existe ou il n'existe pas une nervure de réunion. Dans le premier cas, il y a au centre de l'aile une « cellule fermée », cette cellule reste « ouverte » dans le second cas.

Quand un Papillon à cellule fermée, vient à déchirer le bord de son aile, la déchirure ne peut guère franchir le contour de la cellule qui lui oppose une barrière assez résistante.

Par conséquent ce sont des Papillons à ailes solides ; le réseau de nervures de leurs ailes est comparable à une charpente dont les éléments courts viennent s'enraciner sur une partie robuste de la construction.

Dans le groupe à cellule ouverte, il n'en est plus de même. Il existe une ligne suivant laquelle l'aile est fragile ; aucun contrefort, aucune nervure supplémentaire ne viendrait arrêter jusqu'à la

base de l'aile une déchirure qui commencerait au bord entre les radiales et le groupe médian. Il en résulte que les Papillons qui ont les ailes ainsi faites sont généralement plus prudents dans leur vol que les autres, et donnent des coups d'aile d'une façon différente ; ils ont l'habitude de planer au lieu que le vol des autres est beaucoup plus indépendant. Il y en a chez qui l'aile de devant, celle qui a le plus besoin de résister, est renforcée par une cellule fermée, tandis que celle de derrière ne l'est pas ; ceux-là ont une allure plus bizarre, ils donnent plus volontiers des coups avec l'aile de devant qu'avec l'aile de derrière ; ce qui produit un vol tantôt montant tantôt un peu plongeant. Ces différences de structure des ailes sont utilisées par les zoologistes pour opérer quelques coupes au point de vue de la classification.

Qu'est-ce que représentent les ailes ? Comment ont-elles pris naissance dans l'organisme des Insectes ? Le problème est assez délicat ; car nous ne voyons pas de nos jours d'espèces animales auxquelles des ailes soient en train de pousser ; mais, d'après la comparaison avec certaines formes larvaires ou des types anciens d'Insectes fossiles, qui se rapprochent de ces formes larvaires, il semble qu'il y a une certaine parenté des ailes avec des sacs trachéens situés précisément au même endroit que les ailes des Papillons actuels ; les vaisseaux qui forment les trachées seraient devenus ces nervures dont la structure est absolument comparable à celle d'une trachée. Les sacs trachéens ressemblant plus ou moins à notre organe pulmonaire, on pourrait donc dire : de même que la Chauve-Souris est un animal qui vole avec ses mains, de même le Papillon vole avec ses poumons, — adaptation assez bizarre d'un organe qui ne semblait pas destiné à cet usage.

Un organe très apparent chez les Papillons est l'antenne, siège probable du sens de l'odorat. Les antennes ont des formes variables (fig. 4) ; chez tous les Papillons de jour, elles forment une sorte de massue (a) ; chez les Papillons de nuit, elles se réduisent quelquefois à un simple fil (b), qui peut aussi être renflé, soit au milieu, soit vers l'extrémité ; il arrive aussi que des espèces de barbes poussent à droite et à gauche de la tige principale et lui donnent l'aspect d'une plume (c), quelquefois ces barbes mêmes se ramifient, ce qui rend l'ensemble plus touffu (d) ; enfin, il y a des cas dans lesquels l'extrémité a la forme d'un simple fil, tandis que la base a l'aspect d'une plume (e). On s'est servi également de la forme des antennes pour déterminer des coupes génériques, et même des coupes plus importantes ; c'est ainsi que les Papillons de jour sont appelés

Rhopalocères, c'est-à-dire « antennes en massue » et les crépusculaires et nocturnes, Hétérocères, c'est-à-dire « autres antennes » ou « antennes variées. »

Enfin un des caractères dont on se sert pour classifier les Papillons, est la manière dont se présentent les Chrysalides. Vous savez que les Papillons proviennent d'une Chenille, qui provient elle-même d'un œuf. A un moment donné cette Chenille sort de sa peau, qui reste comme une dépouille inerte ; mais, au lieu de trouver les tissus pantelants d'un animal écorché vif, on voit sortir de cette peau quelque chose qui ressemble à une Fève ; c'est la Chrysalide, qui reste dans un état d'immobilité jusqu'au moment où le Papillon sort à son tour de l'enveloppe sèche de la Chrysalide, comme celle-ci était sortie de l'enveloppe séchée de la Chenille.

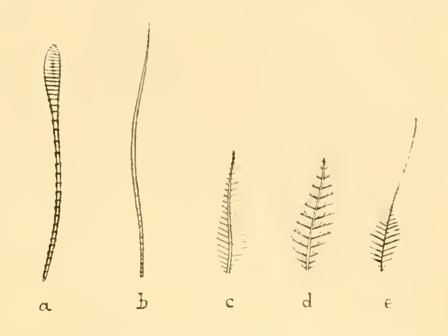


Fig. 4. — Différentes formes des antennes : *a*, chez les Papillons de jour; *b*, *c*, *d*, *e*, chez les Papillons de nuit.

Les Chrysalides sont quelquefois disposées dans une coque ou un cocon ; c'est le cas des Papillons de nuit, des Papillons crépusculaires, et le cas exceptionnel d'un certain nombre de Papillons de jour *(Parnassius)*.

La plupart des Papillons de jour ont une Chrysalide attachée par la queue à un support quelconque ; les unes sont pendues la tête en bas ; les autres sont entourées d'une petite ceinture de soie qui les attache ou les soutient par le milieu du corps. Chose assez bizarre, il y a des Papillons qui marchent sur six pattes, d'autres qui marchent sur quatre pattes ; dans ce cas les deux pattes de devant sont atrophiées ; ils les portent d'ailleurs très coquettement relevées sous le cou, comme une espèce de palatine ; mais les Papillons chez lesquels les pattes de devant sont atrophiées appartiennent tous au groupe dans lequel la Chrysalide est pendue par la queue la tête en bas ; il y a là une coïncidence intéressante à signaler ; on pourrait croire que la première paire de pattes est frappée d'atrophie parce que la zone où elle doit se développer se trouve porter tout le poids du corps et que la circulation y est plus ou moins gênée.

Quant au cocon, tout le monde sait qu'il est formé de fils plus ou moins soyeux. La soie proprement dite est la matière du cocon d'une espèce de *Bombyx* originaire de Chine et acclimaté aujourd'hui en Europe.

Après avoir indiqué ces quelques détails anatomiques sur les papillons en général, je vais maintenant faire voir quelques exemplaires de Papillons en nature.

Je vous présente un carton où on peut voir quatre Papillons. Il y en a cinq ; mais le cinquième doit être à peine visible du premier rang de cet auditoire ; il est presque transparent, et très petit, environ 8 mm. de longueur, sur 12 mm. de large ; il est d'ailleurs loin d'occuper toute cette surface, parce qu'il a un petit corps très frêle et des ailes très minces (*Sesia tipuliformis L.*) Ce n'est du reste pas le plus petit Papillon connu : il existe dans ce qu'on appelle les Microlépidoptères des espèces dont la Chenille vit à l'intérieur des feuilles, dans le tissu desquelles elle se creuse une galerie. On voit combien menu doit être le Papillon qui en provient.

Les autres sont au contraire des Papillons de grande taille : l'*Attacus atlas* L. qui est le plus grand Papillon de l'Asie ; la *Thysania strix* L. le plus grand Papillon de l'Amérique ; enfin, et bien modeste à côté d'eux, le grand *Paon* de nuit, le plus grand Papillon de l'Europe (*Saturnia pyri*, Hbn.).

A côté d'eux figure, un asiatique, l'*Attacus cynthia*, Dru., du Japon, voisin comme taille du Paon de nuit avec une forme et des dessins rappelant l'*Attacus atlas* ; c'est un exemple de la possibilité d'acclimater les Papillons sans intervention voulue de l'Homme. C'est une espèce qui se trouve sur les Ailanthes ou Vernis du Japon. Lorsqu'on a introduit en Europe cette espèce d'arbre, des œufs de ce Papillon se trouvaient dans l'écorce ; ces œufs sont éclos en même temps que les arbres se sont développés, et les Insectes ont vécu exactement comme ils vivent au Japon ; de sorte que cette espèce, complètement inconnue chez nous au milieu du XIX[e] siècle, se trouve relativement fréquente à Paris, depuis les plantations qu'Alphand y a fait faire ; il n'est pas rare, dans l'avenue d'Orléans, d'en voir voltiger autour des becs de gaz.

Je parlais tout à l'heure des questions d'origine des espèces et des problèmes qui se posaient à ce sujet. Ils se posent d'une façon très aiguë à propos des Papillons. Qu'est-ce que l'espèce ? Je n'ai pas la prétention de m'étendre là-dessus ; cela nous mènerait trop loin ; mais je rappellerai une définition de l'espèce très généralement acceptée : c'est une série d'individus se succédant les uns aux autres

sous une forme constante ou ne présentant entre eux que des variations individuelles très faibles.

Chez les Papillons cette définition n'est pas toujours exacte. Sans aller très loin, aux environs même de Paris, on trouve l'*Araschnia levana* L., qui ne répond pas du tout à ce signalement. Si l'on attrape au mois de mai des individus de cette espèce, on constate qu'ils sont fauves marquetés de noir. Ces Papillons poudent des œufs, qui donnent des Chenilles, dont les métamorphoses s'accomplissent rapidement, et il éclot une deuxième génération en août. Si vous mettez dans la même collection, à côté de l'individu pris en août l'individu pris au printemps, vous verrez qu'ils ne se ressemblent pas du tout ; la forme d'été est noire avec des dessins blancs ; et le motif même des dessins est tout-à-fait autre : à tel point qu'on en a fait longtemps deux espèces différentes : Godart en 1821 (hist. nat. des Lepid. ou Pap. de France) les considérait comme distinctes. Boisduval (Eur. Lep. Index Méthod.) considère en 1829 *levana* comme variété de *prorsa*. Il en est de même dans le *Catalogue méthodique des Lépidoptères* d'Europe de Duponchel (1844) et pourtant l'ouvrage de Lucas sur les Papillons d'Europe (1845) les mentionne encore comme distinctes.

Voilà donc une espèce dans laquelle les individus ne succèdent pas identiquement à leurs auteurs ; ce n'est pas à son père et à sa mère que le fils ressemble ; c'est à ses grands-parents ; l'année suivante le même phénomène se produira ; la génération du printemps suivant ressemblera non pas aux parents morts l'automne précédent, mais aux grands-parents qui ont vécu au printemps d'avant.

Les naturalistes, qui ne respectent rien, se sont dit : voilà un phénomène bizarre ; voyons ce que les artifices de laboratoire pourront donner. Ces artifices, très simples, consistent à faire passer de force un hiver artificiel à un individu qui ne devait pas passer l'hiver, par conséquent à mettre dans une glacière la Chrysalide de celui qui est destiné à passer l'été, ou au contraire à faire subir un été artificiel, c'est-à-dire à mettre dans le voisinage d'un calorifère celui qui, étant né de parents d'automne, devait être appelé par la nature à passer l'hiver. Comme on devait s'y attendre, on a trouvé des formes intermédiaires assez curieuses ; on crée pour ainsi dire une troisième forme qu'on reproduit à volonté à côté des deux formes naturellement normales. Cette troisième forme est d'ailleurs quelquefois, de loin en loin, réalisée à l'état naturel par des circonstances climatériques locales exceptionnelles.

Que devient là dedans la notion intransigeante de l'invariabilité

absolue de l'espèce ? On peut s'en tirer en disant qu'on a affaire à des individus qui, au lieu de se succéder par générations identiques, se succèdent par générations périodiquement identiques, avec aberrations possibles, si la périodicité est dérangée par des causes exceptionnelles.

Mais il y a des cas encore plus curieux, où les formes différentes se rencontrent non plus alternativement au cours des saisons, mais simultanément sans aucune raison apparente.

Il existe une espèce, qu'on trouve dans nos possessions de l'Indo-Chine, et qui répond au nom de *Papilio memnon*, L. C'est une espèce absolument bizarre ; les mâles se ressemblent presque tous ; ils sont d'une couleur sombre comme la suie. Revêtus d'une livrée aussi triste, ils ont l'air d'avoir des idées noires. Or, les idées noires sont le symbole de l'ennui, lequel, s'il faut en croire un dicton, naquit, un jour, de l'uniformité. Ils auraient pourtant toute sorte de raisons pour ne pas avoir à se plaindre d'uniformité, tout au moins dans le choix de leurs compagnes ; si les mâles sont tous pareils, il n'en est pas de même des femelles. J'en ai ici quelques exemplaires ; mais pour faire la série bien complète, il faudrait environ 25 ou 30 types.

En voici chez lesquelles la forme des ailes est la même que celle des ailes du mâle ; la couleur en est également voisine; mais on peut distinguer deux taches rouge vif qui viennent agrémenter la teinte générale ; en voici une dans laquelle les ailes de devant, décolorées, deviennent grises, tandis que les ailes de derrière, de noires qu'elles étaient chez les précédentes, deviennent blanches. En voici une autre dont la coloration est encore différente, mais, de plus, la forme est profondément modifiée, à tel point qu'on a peine à croire qu'il s'agisse toujours de la même espèce. Elle porte à l'extrémité des ailes de derrière deux appendices spatulés qui la feraient ranger dans les « porte-queue » pour qui ferait une classification superficielle. Cet animal serait ainsi séparé de ses sœurs et de son époux. Chose étrange : toutes ces formes ♀ n'accompagnent pas le ♂ sur tous les points de l'habitat de l'espèce, mais il ne faudrait pas croire que chaque type de ♀ caractérise une région ; il y a toujours coexistence de plusieurs formes ♀ en chaque point. Dans les individus provenant de la ponte de chaque ♀ les mâles sont, naturellement, du type mâle unique, mais, parmi les ♀, les unes sont semblables à leur mère, les autres présentent, comme au hasard, les autres types ♀ de la localité.

Il existe aux États-Unis un Papillon, le *Papilio turnus*, L. très

voisin du *P. alexanor*, Esp. un de nos Porte-queue français. Le mâle est jaune clair rayé de noir, et, parmi les femelles, les unes sont absolument pareilles aux mâles, les autres sont complètement noires. Pour faire une comparaison tirée de l'espèce humaine, on peut dire que le *turnus*, lorsqu'il veut prendre une moitié pour partager son existence, a le choix entre la brune et la blonde. Le *P. memnon*, en continuant la comparaison, serait semblable à un pacha, lequel aurait, dans son harem, le choix entre la svelte Albanaise, la nonchalante Hindoue, la pâle Circassienne et l'ardente négresse.

Si les Papillons avaient des mouchoirs le *Memnon* aurait donc la possibilité de le jeter à l'une de ses nombreuses sultanes. Mais s'en tiendra-t-il au premier choix qu'il aura fait et ne sera t-il pas tenté de « voltiger » de l'une à l'autre ? N'approfondissons pas, mais constatons que l'allusion faite plus haut à l'infidélité possible du sexe laid chez les Papillons a des chances d'être fondée.

Passons maintenant en revue, grâce aux projections, les types les plus intéressants des diverses familles de Papillons.

La première famille que nous rencontrons porte un nom vraiment symbolique ; nous débutons dans la classification sous de sinistres présages : Un illustre compatriote de notre sympathique Président d'honneur a dit : *Lasciate ogni speranza, voi ch'entrate.* Eh bien, le premier groupe auquel nous avons affaire s'appelle les *Danaïdes*.... Vous qui commencez une collection de Papillons, apprêtez vous à remplir un tonneau sans fond.

Et véritablement la comparaison n'est pas déplacée ; car, si l'on veut tenir compte des régions restant encore à explorer, c'est par plusieurs dizaines de mille, et probablement même un peu au-dessus de la centaine de mille qu'on peut s'attendre à collectionner les formes, si on a la prétention de faire une collection absolument complète... Rassurez-vous : je ne prétends pas vous les montrer toutes.

Les Danaïdes (Projection : *Hestia idea*, Clerck.) sont des Insectes de taille variable — celle-ci est une des plus grandes, — qui se divisent en deux groupes ; dans l'un, les ailes sont absolument transparentes, dans l'autre, elles sont opaques et de nuances généralement fauves.

En voici une autre (Projection : *Danaïs limniace*, Cram.), qui appartient encore au groupe transparent : les dessins noirs accompagnant les nervures y sont un peu plus épais ; mais le fond, qui est bleuté, est absolument hyalin, transparent comme du verre

Vous voyez ici des taches qui correspondent à un organe logé dans l'épaisseur de l'aile, et qui sécrète une substance huileuse. Le sang des Danaïdes exhale l'odeur de la cantharidine ; il y a donc de fortes chances pour que ces Papillons introduits à l'intérieur d'un estomac y fassent le même effet qu'un vésicatoire sur la peau. Par conséquent cette catégorie de Papillons serait non comestible, je ne dis pas pour les humains, — quoiqu'il y ait en Australie des tribus qui mangent certaines espèces de gros Papillons, — mais pour l'Oiseau, pour le Reptile, et en général pour les animaux qui trouvent dans le groupe Papillon la pâture que la nature leur a destinée.

J'ai présenté un jour au Tonkin une Danaïde à un Lézard qui, habitué à recevoir sa nourriture de ma main, s'est jeté très gloutonnement dessus, mais qui l'a lâchée beaucoup plus vite qu'il ne l'avait prise ; il avait même une physionomie très malheureuse ; n'ayant pas de serviette pour s'essuyer, il se haussait d'une façon bizarre sur ses petites pattes de devant, et frottait alternativement sur le sable le côté droit et le côté gauche de ses mâchoires en me lançant des regards pleins de reproches ; le tout semblait indiquer que l'impression produite était plutôt désagréable. Nous parlerons tout à l'heure d'une interprétation que des observations de ce genre ont suggérée pour des phénomènes excessivement curieux, ceux du mimétisme. (Projection : *Danaïs tytia*, Gray. et *Papilio agestor*, Gray, voir planche coloriée, fig. H et I).

Je n'appelle en ce moment votre attention que sur cette Danaïde (fig. H). C'est une des formes de passage entre les espèces vitrées, dont vous voyez encore la transparence aux ailes de devant, et les formes fauves, dont vous voyez la pigmentation caractéristique aux ailes de derrière. Là, se trouvent, dans le parenchyme de l'aile, les glandes produisant la sécrétion dont je vous parlais tout à l'heure.

Voici maintenant (Projection : *Danaïs Chrysippus*, Godt.) des Danaïdes franchement fauves, présentant encore à l'extrémité des ailes un motif blanc et noir comparable à celui des espèces précédentes. Mais ce vestige est le seul dessin qui leur soit commun. En réalité un certain nombre d'espèces forment des transitions presque insensibles, qui existent dans la nature, permettant d'affirmer, sans recourir aux caractères anatomiques, que l'espèce placée en ce moment sous vos yeux et les précédentes appartiennent bien au même genre.

Voici un genre très voisin (Projection : *Euplæa Linnei*, Moore) le

genre *Euplæa*, remarquable par la présence de très beaux reflets d'un bleu acier ou d'un violet très riche chez un grand nombre d'espèces.

Sur cette projection vous voyez la partie gauche éclairée de bleu violacé quand la partie droite reste sombre. C'est la représentation fidèle de ce qui se passe quand, au cours d'un battement d'ailes, la lumière frappe en plein l'aile gauche laissant l'aile droite un peu dans la pénombre : un instant après le contraire aurait lieu. Lorsque la lumière frappe les écailles dans le sens convenable, à la couleur brune du pigment vient s'ajouter une couleur bleue métallique de polarisation.

Les *Euplæa* paraissent être aussi peu recherchées des Insectivores que les Danaïs, mais, si les liquides sécrétés dans leur organisme sont peu agréables au goût, ils sont, par contre, souvent agréables à l'odorat, leur odeur rappelle beaucoup la Vanille chez certaines espèces, et la fleur d'Oranger chez d'autres. Le mâle seul possède cette faculté ; d'où les naturalistes, qui veulent chercher la raison des choses, ont conclu que c'était probablement pour plaire à sa compagne en appelant l'attention de celle-ci d'une façon plutôt agréable. Le monsieur qui, pour faire une conquête, s'imagine réussir auprès des belles simplement parce qu'il a versé quelques gouttes d'essence sur son mouchoir, présente un degré de fatuité peut-être analogue à celui que mon ami le misanthrope accordait à ce Papillon mâle.

Les Papillons à ailes hyalines que nous venons de voir tout à l'heure sont d'Asie et d'Afrique. En Amérique la transparence acquiert un degré plus considérable. (Projection : *Ithomia doto*, Hbn.). C'est à peine si quelques écailles à pigment viennent sertir de noir ou de brun le bord de l'aile : la plus grande partie reste absolument transparente.

Voici un groupe voisin (Projection : *Mechanitis Polymnia*, L.) ; ce sont des *Mechanitis*, dans lesquels la forme des ailes est restée la même ; la pigmentation est plus développée ; forme et coloris sont également élégants, et le type que vous avez sous les yeux vous donne en quelque sorte le patron de beaucoup d'espèces de l'Amérique du Sud. J'appelle votre attention sur ce fait que les ailes de la femelle sont plus grandes que celles du mâle : telles des jupes amplement étoffées à côté de pantalons étriqués comme chez notre espèce. Nous en voyons de nombreux exemples chez les Papillons ; cela tient à ce que la femelle est appelée, à un moment donné de son existence, à transporter le fardeau des œufs, ce qui la rend

beaucoup plus lourde que son volage époux ; il est donc juste que la nature lui donne le moyen de faire ce transport dans des conditions plus faciles. Dans d'autres cas, chez certains Papillons de nuit, la solution est plus radicale, mais d'ordre absolument inverse. Il n'y a plus d'ailes du tout, ce qui met, du coup, la femelle alourdie à l'abri de toute espèce d'accident au vol : ce sont bien là, et pour cause, les fidèles « gardiennes du foyer » tandis que Monsieur va « papillonner » où sa fantaisie le pousse. N'est-ce pas, hélas ! le portrait de trop nombreux ménages ?

Le groupe voisin, toujours avec les mêmes formes très élancées, caractéristiques d'une grande partie de la faune sud-américaine, est celui des Héliconides, dans lequel le rouge, le jaune, le noir. le blanc se mêlent, disposés de différentes manières (Projection : *Heliconius phyllis*, Fabr.).

Voici un exemple de variation remarquable. C'est l'*Heliconius doris*, L. Autrefois on distinguait 3 ou 4 espèces, à qui on avait donné des noms différents. Or ce sont des formes d'une espèce unique ; il y en a dont le fond est tout rouge, chez d'autres, il est vert, chez d'autres bleu. D'après des études faites sur place dans le bassin de l'Amazone par les naturalistes, cela correspond purement et simplement au degré de sécheresse qui régnait sur le pays pendant que l'animal parcourait son cycle de métamorphoses ; suivant que l'année est extrêmement sèche ou extrêmement humide, on aura le rouge absolu ou le vert absolu ; dans des années moyennes le bleu dominera ; lorsque le temps est variable, que la saison est en partie sèche, en partie humide, l'animal s'en ressent et il y a des exemplaires dans lesquels le fond est rouge, mais où la morsure du bleu est venue attaquer les ailes par leur marge ; c'est le cas pour l'un des exemplaires projetés, d'autres au contraire ont la couleur presque entièrement bleue, avec, çà et là, des rappels de rouge.

Voilà un exemple assez analogue à ces variations artificielles que que je vous signalais au début pour les Papillons à génération alternante, mais qui est réalisé par la nature, au lieu de l'être par la main des Hommes.

Parmi les expériences de laboratoire instituées au sujet de la variabilité des espèces, il en est une bien curieuse, faite il y a quelques années par un naturaliste de Zurich, le professeur Standfuss. Il est arrivé à confirmer que la variabilité, et, par suite, dans certaines limites, l'étrangeté des espèces, dépend en grande partie de l'écart entre la plus basse et la plus haute température aux-

quelles l'animal à été soumis pendant son sommeil chrysalidal. Par conséquent il faut s'attendre à voir les variations les plus singulières, et des formations d'espèces tout-à-fait spéciales, se produire dans les hautes montagnes des pays chauds, parce que, de par la latitude du pays, qui donne l'extrême température chaude, et de par l'altitude de la montagne, qui donne l'extrême température froide, c'est l'endroit où les conditions thermiques de l'existence sont le plus variables.

Un des résultats les plus bizarres des études de ce professeur est celui-ci : il existe chez nous une espèce appelée vulgairement la petite Tortue (*Vanessa urticæ*, L.) dont les Chenilles sont très abondantes sur les Orties de mai à septembre ; on peut donc se procurer facilement une grande quantité de ses Chrysalides. En les soumettant à un froid convenable dans une glacière, puis en hâtant l'éclosion par une température plus élevée que la normale, le professeur Standfuss a obtenu un type se rapprochant très sensiblement d'une espèce des États-Unis ; considérée jusque là comme bien distincte, la *Vanessa Milberti*, Godt. Voilà donc deux espèces nettement définies d'après l'ancienne notion, puisque dans chacune d'elles les individus se succèdent par générations identiques avec leurs caractères distincts pour chacune d'elles : et voici qu'une expérience de laboratoire fait passer un Papillon de l'une à l'autre. Nous pouvons dire que ce sont des espèces distinctes à l'heure qu'il est mais descendant probablement d'une forme originaire commune, remontant à une époque géologique où l'Amérique du Nord et l'Europe étaient réunies à travers l'Atlantique. Dans notre Europe, qui a un climat assez constant, soumis largement aux influences maritimes, l'évolution s'est faite autrement que dans l'est des Etats-Unis, type du climat continental, où la température varie entre des limites extrêmes plus éloignées. Le naturaliste, dans son laboratoire, n'a fait que soumettre l'espèce d'Europe aux mêmes conditions que la nature réalise d'elle-même sur un autre continent. Le résultat de l'expérience a donné ainsi une très grande probabilité à cette théorie de deux espèces actuellement séparées, descendant d'une espèce unique, puisque des influences, qui ne sont pas très considérables, font passer de l'une de ces formes à l'autre.

Cette « petite Tortue » dont je viens de vous parler appartient à un groupe dont je ne vous avais pas encore fait voir d'exemples : ce sont les *Nymphalides*, parmi lesquels nous rencontrons de fort jolies espèces. Nous pouvons ici vérifier l'adage : *Natura non facit saltus* ; nous venons en effet de voir les projections d'un groupe

présentant des ailes à formes très élancées. Le groupe que nous abordons aura, en général des formes notablement plus ramassées, mais ce premier type (Projection : *Colœnis Dido*, L.) rappelle encore les projections précédentes, tant par la forme allongée des ailes que par le coloris où figurent des nuances translucides. Il forme donc une transition presque insensible entre les Danaïdes et les Nymphalides. Cette espèce habite l'Amérique équatoriale et remonte jusque dans le Mexique.

Dans la projection suivante (*Agraulis vanillæ*, L.) l'allongement des ailes diminue un peu, tout en restant au-dessous de la moyenne. Nous trouvons dans l'Amérique du Sud des espèces voisines de ces formes européennes, que nous appelons les *Argynnes*, et dans la langue commune, les *Nacrés* ; ce sont des Papillons dont les ailes présentent en dessous des taches ayant des reflets de nacre ou d'argent quand on les fait chatoyer à la lumière ; cette particularité existe aussi bien dans les espèces européennes telle que le « petit Nacré » de nos jardins (*Argynnis latonia*, L.) que dans l'espèce américaine placée sous vos yeux. Ces espèces ont des goûts assez distingués ; au lieu de se nourrir de plantes quelconques, elles ne recherchent que des plantes odoriférantes et agréables ; les Chenilles des Argynnes se trouvent, chez nous, sur les pieds de Violette, tandis que dans l'Amérique du Sud l'*Agraulis vanillæ* prend sa nourriture sur la vanille, de là son nom.

Voici une forme sud-américaine (Projection : *Anartia amalthea*, L.) qui se rapproche un peu de nos Vanesses.

Voici un Papillon (Projection : *Pyrameis indica*, Herbst.) qui rappelle d'assez près notre *Vulcain* (*Pyr. Atalanta*, L.), espèce commune en France ; il n'est pas identique ; le *Vulcain* présente une bande rouge simple, au lieu d'avoir ces indentations semblant indiquer une tendance à la pénétration du pigment rouge au détriment du pigment noir, ce qui paraît se produire sous l'influence de la température chaude. En effet le professeur Standfuss, en prenant notre *Vulcain* lui-même et en soumettant sa Chrysalide à l'action de la chaleur, est parvenu à élargir la bande rouge et à la rendre plus sinueuse : il a donc réalisé un passage entre les deux types. Le *Vulcain* habite le Canada, le nord des États-Unis et les latitudes moyennes de l'ancien continent : la *Pyr. indica* se trouve dans des régions plus proches de l'équateur, particulièrement dans le sud de la Chine, aux Indes, à Ténériffe, quelquefois au Portugal. Qu'une même espèce peuple les Indes et le sud de la Chine, il n'y a rien à cela d'extraordinaire; mais étant donné

qu'elle manque sur le continent africain, on pourrait être étonné qu'elle ait trouvé moyen de voyager de l'Inde à Ténériffe. Il serait plus rationnel de croire que la *Pyrameis indica* descend d'une espèce fondamentale probablement très analogue, sinon identique, au *Vulcain* actuel, espèce qui a tendu à élargir son habitat du nord au sud ; la chose s'est faite sans obstacle dans l'Asie orientale. En Afrique elle a dû s'arrêter devant le désert parce que là il n'y a rien à manger, mais elle a pu se répandre dans les îles où, grâce à l'action du climat marin, la végétation est plus copieuse. Dans l'Asie orientale comme dans les îles atlantiques elle a pris sous l'action de la température élevée, le caractère résultant de l'extension du pigment rouge. Les formes presque identiques peuplant ces deux régions seraient donc des parents en ligne non pas directe, mais bien collatérale, dont le *Vulcain* semblerait être l'ancêtre commun. On peut croire également que le type primordial est *P. indica* ayant pris naissance dans l'Asie sud orientale aux dépens de formes plus anciennes, apparentées à *P. cardui*, qu'il a évolué sous la forme *Atalanta* en se répandant vers le nord et l'ouest, et que les descendants d'*Atalanta* auraient repris la forme ancestrale *indica* en se rapprochant du Sud, cette forme ancestrale étant fixée derechef aux Canaries et ne reparaissant que sporadiquement au Portugal.

Voici une espèce chinoise (Projection : *Grapta C. aureum*, L.) assez voisine de l'espèce européenne qu'on appelle le *Gamma* (*Grapta C. album*, L.) à cause d'un signe hiéroglyphique que l'aile de derrière porte sur la face inférieure. J'appelle votre attention sur cette petite pointe, qui semble le commencement d'une queue.

Nous avons déjà vu des prolongements caudés chez certaines formes ♀ du *Papilio memnon*. Quelle peut être la signification, l'origine de cet appendice ? Si l'on examine attentivement les formes caudées et les espèces voisines mais non caudées on est conduit à penser que les espèces caudées sont en voie de décroissance de taille.

En effet, les formes caudées sont très rarement les plus grandes de leur famille ; ou, quand elles sont grandes, il y a en général une diminution du reste de l'aile caudée montrant bien qu'il y a variation dans les dimensions normales.

Voici comment se passent probablement les choses (fig. 5) : l'aile se développe par les sucs que lui apportent les vaisseaux ; or, les vaisseaux suivent le trajet des nervures qui forment la charpente des ailes (A). Il est probable que ce sont les nervures les plus riches

en vaisseaux nourriciers qui résistent le plus à la tendance générale à l'atrophie, qui, pesant sur l'espèce considérée, amène la diminution de la surface des ailes. Cette diminution portera donc moins sur ces nervures que sur le reste (B, C) ; or, si le reste a diminué notablement avant que ces nervures aient suivi la tendance générale de l'espèce, elles détermineront une forte saillie sur le bord de l'aile et il y aura une queue nettement caractérisée (D). Ce qui tend à confirmer cette manière de voir, c'est que, dans les genres les

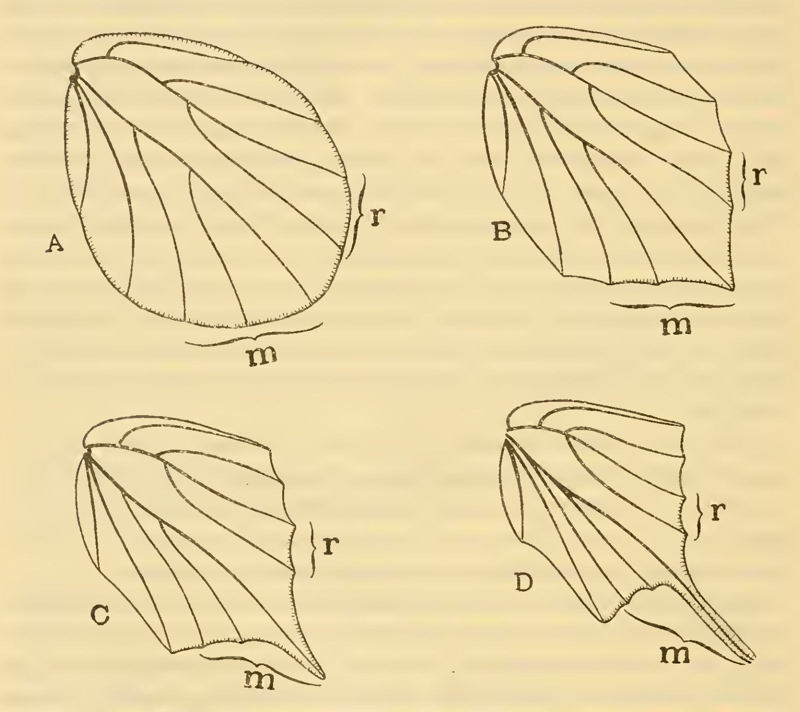


Fig. 5. — Mode de formation de la queue au niveau de l'aile de certains Papillons.

plus divers, c'est presque toujours sur la même nervure, celle dont le trajet est le plus direct, que la queue vient se former.

C'est ce qui se passe pour le Papillon que vous voyez maintenant (Projection : *Megalura coresia*, Godt.), les deux appendices de tout à l'heure sont devenus considérables. C'est un Papillon de l'Amérique du Sud, qui appartient à un genre pas très nombreux, mais renfermant de jolies espèces.

Les projections suivantes vont nous amener à nous occuper d'un

phénomène fort curieux, le dimorphisme. Il ne s'agit plus ici de la différence entre les générations de printemps et d'automne, ou des saisons sèche et humide formant le « dimorphisme saisonnier. »

Il ne s'agit pas non plus de variations presque désordonnées comme celles des ♀ de *P. memnon*, mais bien d'espèces chez lesquelles, dans les limites de temps soumises à nos observations, les mâles présentent constamment une certaine livrée, les femelles en ayant une également constante, mais absolument différente.

Tout le monde a entendu parler du plumage de noce chez les Oiseaux. Il y a beaucoup d'espèces d'Oiseaux chez qui la femelle est d'une couleur assez terne, ressemblant plus ou moins au plumage de notre moineau commun, et chez qui le mâle, dans la saison d'hiver, a une tenue absolument analogue à celle de la femelle. Arrive la saison des nids, du renouveau ; il ne s'en va pas chez son tailleur commander un habit neuf, parce que la nature s'est chargée d'en faire les frais, mais ses plumes ternes et grises tombent, et il lui pousse un plumage très coloré et très brillant. Cette manière de faire, ou de se laisser faire, est très admissible chez l'Oiseau parce qu'il a le temps de voir pousser son plumage de noce plusieurs fois dans sa vie ; mais comme le Papillon ne vit que quelques jours, s'il lui est utile d'avoir une livrée nuptiale, il faut qu'il l'ait en venant au monde, de sorte que le mâle et la femelle seront, pendant toute leur brève existence, dans la même situation respective que le mâle et la femelle des oiseaux dans la saison des nids. Cette notion éclaire la question du dimorphisme sexuel dans les espèces dont les mâles ont des couleurs brillantes quand leurs femelles sont moins favorisées sous ce rapport. Elle permet aussi, en comparant les femelles, voisines entre elles, de mâles aux colorations très diverses, d'établir certains rapports de parenté ou d'origine. Voici (projection : *Athyma Leucothoe*, L.) un Papillon répandu dans tout l'Extrême-Orient ressemblant beaucoup à un *Sylvain* de France (*Limenitis sybilla*, Fab.) dont il a, en dessus, la coloration noire et blanche, le dessous étant fauve et blanc, également comme chez le *Sylvain*.

Ceci paraît être la coloration fondamentale, primordiale, de tout ce groupe de Nymphalides. Voici pourquoi : d'une façon générale on est amené, par de nombreux exemples, à penser que l'évolution en matière de changement d'aspect extérieur se fait beaucoup plus rapidement sentir chez le mâle que la femelle. Donc la variation se présentera en premier lieu exclusivement sur les mâles, et ce n'est que plus tard, dans l'histoire des espèces, que les femelles,

subiront la même modification. Il faut donc nous attendre à voir parmi les espèces où le mâle a pris un plumage de noces : 1° des espèces où les femelles, qui n'en ont pas, seront restées très voisines du type primordial ; 2° d'autres dans lesquelles l'exemple donné par ces Messieurs ayant séduit leurs compagnes, a arraché celles-ci à leurs usages primitifs et les a amenées, pour se mettre à la mode, à commencer à se vêtir de couleurs analogues à celles du mâle ; 3° d'autres enfin où le changement est presque complet, mais où subsistent des vestiges de l'ancien état des choses. Nous allons voir des espèces dans lesquelles ces divers états peuvent s'observer. C'est dans cette tendance « conservatrice » des femelles que notre philosophe grincheux voulait voir de l'obstination et de la routine. Voici (Projection : *Dynamine Mylitta*, Cram.) une espèce de l'Amérique du Sud, dans laquelle le mâle présente des reflets chatoyants, tandis qu'au contraire la femelle, sauf quelques petites colorations jaunâtres, se trouve extrêmement fidèle au type signalé comme primitif.

En voici une autre (Projection : *Myscelia orsis*, Dru.), dans laquelle le mâle présente également une très jolie couleur chatoyante ; la femelle a toujours le *leit-motiv* de noir avec des dessins et des taches blanches ; mais vous voyez que sur les bords de l'aile postérieure et également à la base de l'aile de devant, vient apparaître cette nuance bleue que le mâle arbore si fièrement.

Les mâles sont munis, aux ailes postérieures, de glandes odoriférantes ; ces Messieurs, très raffinés, veulent séduire leurs compagnes non seulement par leur parure, mais par leur parfum. L'anatomie de ce moyen de séduction est assez curieuse. Le liquide parfumé est produit par une glande dans l'intérieur de l'aile, qui à cet endroit est couverte d'un duvet ; l'aile antérieure vient, dans ses mouvements, frotter cette région ; de sorte qu'il se produit le même phénomène que si l'on passe le doigt sur les crins d'une brosse imbibée d'un liquide odorant, de façon à projeter en gouttelettes dans l'air le parfum en question. C'est une espèce de pulvérisateur naturel dont ces animaux sont doués par la bienveillante nature.

En voici une autre (Projection : *Dynamine arene*, Hbn.) dans laquelle Monsieur est toujours paré de nuances vives, Madame présente un ensemble de colorations rappelant toujours, par ses dispositions, le dessin fondamental, mais certains ocelles sont venus se nuancer d'une façon un peu plus riche, tendant à se rapprocher du mâle, tandis que la base de l'aile a franchement pris cette couleur

chatoyante, et lui donne une toilette comparable à celle de son époux.

Je vous dirai maintenant quelques mots du groupe des *Ageronia*. Ces Papillons ont des ailes d'une consistance spéciale, un peu parcheminée, au point que ces ailes, en s'entrechoquant, lorsque l'animal vole, font un bruit très appréciable, que l'on compare au son lointain des castagnettes. Il y a quelques autres Papillons qui font entendre des sons : l'*Acherontia atropos*, L. effraye même les populations superstitieuses par une sorte de sifflement lugubre ; mais il est assez bizarre d'entendre un Papillon jouer des castagnettes ; et, si l'on admet la transformation en ailes des sacs trachéens, il est bien plus bizarre encore de voir quelqu'un jouer des castagnettes avec ses poumons. La belle *Otero* n'en a jamais fait autant dans ses danses les plus espagnoles.

Voici (Projection : *Ageronia Arethusa*, Cram.) une espèce de ce groupe, dans laquelle le passage des formes anciennes aux formes actuelles est presque achevé ; les deux sexes se sont unifiés, le seul vestige de l'ancienne coloration est une bande blanche traversant l'angle apical chez la ♀ ; vous voyez chez le ♂ un organe à parfum, analogue à celui décrit à propos de *Myscelia orsis*, Dru. Chez la femelle, on voit à la place une bande de coloration assez bizarre. Indique-t-elle une évolution dans les tissus ayant pour but d'amener la dame à exhaler le même parfum que son époux ? Peut-être ; il est possible que chez les Papillons, il y ait un féminisme et que tout ce que les mâles ont indûment et égoïstement accaparé doive devenir un jour le partage de leurs compagnes.

L'espèce du même genre que je vous montre à présent (Projection : *Ageronia feronia*, L.), ne présente plus de différence de coloris entre les deux sexes.

Voici maintenant un Nymphalide provenant, comme les précédents, de l'Amérique du Sud. On le rencontre sur les flancs de la partie équatoriale de la Cordillère des Andes. C'est la *Callithea sapphira*, Hbn., ainsi nommée à cause des reflets de saphir que possèdent le mâle et la femelle. Le mâle est peut-être plus brillant comme reflet métallique ; néanmoins son épouse est loin d'être mal partagée ; cette jolie nuance verte et cette bande d'un jaune orange viennent varier très agréablement son costume ; telle qu'elle est, je crois que son époux serait véritablement difficile s'il ne se déclarait pas satisfait.

Voici un représentant d'un groupe remarquable (Projection : *Callicore Clymena*, Cram.), auquel appartient le genre *Catagramma* (en

grec : inscription par-dessous). Vous voyez des taches qui, sur cette espèce, n'ont pas tout-à-fait l'aspect d'inscriptions, mais constituent un dessin assez original ; il y en a chez qui elles forment des lettres grecques ou des chiffres, chez qui par exemple elles donnent à lire *88* d'une façon très nette ; il en est d'autres où ces taches donnent tout à fait l'aspect de quelques œufs d'Oiseau pondus dans un nid minuscule. Ce sont des genres véritablement fort gracieux par leurs colorations.

Si riche qu'elle soit en belles espèces, l'Amérique du Sud n'en a pas l'absolu monopole. Je dois par exemple citer un beau genre habitant l'Asie Orientale, les îles de la Sonde et l'Afrique, également remarquable par ses reflets changeants (Projection : *Hypolimnas Pandarus,* L.): ici le fond est noir ; mais ce noir disparaît sous l'action des rayons lumineux et se transforme autour d'une tache blanche en une auréole violette.

Dans la plupart des espèces de ce genre, le type mâle est à peu près constant, tandis qu'un grand nombre de types femelles viennent présenter tout autour les colorations les plus diverses, donnant lieu à de curieux mimétismes, phénomènes dont nous dirons quelques mots plus loin.

Voici (Projection : *Prepona demophon*, L.) une espèce de l'Amérique du Sud, traversée de bandes d'un beau vert métallique. Ce coloris se rattache, par certaines espèces intermédiaires, à nos si jolis Papillons chatoyants de France, qu'on appelle les *Mars* (*Apatura Iris*, L. et *Ilia*, Schiff.), que tous les jeunes naturalistes admirent, mais que tous ne possèdent pas dans leur collection sous forme de spécimens attrapés par eux-mêmes. Ce n'est pas que ces espèces sont bien rares, mais ce sont des bêtes excessivement matinales, qui volent à la première heure du jour, au lever même du soleil, et, dès que les rayons de cet astre sont devenus un peu chauds, remontent au sommet des peupliers ; les chasseurs de Papillons qui ne se lèvent pas assez tôt sont donc à peu près sûrs de ne les voir que dans les vitrines des marchands ou les cartons de leurs collègues moins paresseux.

Voici (projection : *Siderone Ide*, Hbn.) un Papillon qui me rappelle un souvenir personnel. Il y avait à Toulon une dame qu'on rencontrait assez souvent avec une pèlerine rouge ornée de volants noirs ; elle faisait voltiger cette pèlerine avec une ardeur toute méridionale.

Un beau jour, voulant parler de cette dame, je dis : j'ai rencontré la dame qui a une pèlerine « *Siderone Ide* » il faut croire que

Madame Janet connaissait bien ma collection, puisqu'elle a reconnu à ce seul signalement la dame en question.

Il y a là quelque chose dont le personnel des magasins de nouveautés pourrait tirer parti. Au lieu d'appeler de tel ou tel nom, choisi un peu au hasard, tel ou tel costume, on pourrait l'appeler du nom d'un Papillon, d'une forme et d'une couleur déterminées. Si par exemple une cliente demandait une jupe *Amathusia Phidippus* cela voudrait dire une jupe en soie couleur amadou avec des rayures en long, les unes blanches, les autres grises ; le commis saurait tout de suite de quoi il s'agit.

Voici encore (Projection : *Protogonius cecrops*, Dbd. Hew.) une espèce sud-américaine. Il faut croire, si l'explication de la formation des queues, que j'ai donnée tout à l'heure, est exacte, que cette espèce devait être d'assez forte taille autrefois, puisque les nervures les plus robustes paraissent avoir résisté sur une assez grande longueur.

Voici (Projection : *Kallima inachis*, Bdv.) une espèce asiatique assez originale. Elle présente une bande fauve clair presque jaune sur un fond brun changeant en un bleu métallique excessivement frappant lorsque l'animal vole au soleil. Ce Papillon est extrêmement difficile à attraper : vous le voyez voler, vous le suivez à la course, et tout-à-coup, plus rien !

Il vous est fondu sous le nez, littéralement, sans qu'on puisse s'expliquer comment. La meilleure manière, quand on veut le chasser, consiste à être accompagné d'un gamin porteur d'un bâton, qui frappe sur les buissons voisins. Généralement, 5 ou 6 Papillons, qu'on ne voyait pas, s'envolent aussitôt. Pourquoi ne les voyait-on pas ? L'explication en est dans le carton que je place sous vos yeux.

Voici un Papillon au vol ; vous voyez à la partie supérieure de ses ailes le fond fauve et les taches jaunes ; vous voyez également le reflet métallique. Voici maintenant un Papillon semblable en train de se poser ; il montre encore le dessus, mais surtout le dessous de ses ailes, couleur feuille morte ; et voici enfin deux, trois, quatre Papillons posés sur la branche, où rien ne les distingue de feuilles séchées sur place. A moins d'avoir le nez dessus, lorsque quatre ou cinq de ces Papillons se trouvent ainsi repliés sur les branches d'un buisson, ne montrant que l'envers de leurs ailes, bien malin celui qui les distinguera d'avec les feuilles sèches. L'un d'eux est gris vert assez sombre, un autre gris fauve plus clair, avec des taches différentes : pas plus qu'il n'y a au monde deux

feuilles sèches identiques, il n'y a deux Papillons de cette espèce identiques ; toutes les variations possibles qu'une feuille peut présenter, depuis la dessiccation parfaite jusqu'à la moisissure l'ayant attaquée en certains points ; jusqu'à ces petites paillettes micacées dans lesquelles le tégument de l'aile se montre à nu, et que l'on pourrait prendre pour la trace du passage d'un Limaçon, tout concourt à l'illusion.

Chose plus étrange encore : les feuilles ont des nervures, les Papillons aussi ; mais il y a des régions dans lesquelles les nervures du Papillon seraient d'accord avec la direction de celle des feuilles, d'autres où elles seraient en désaccord. Or, là où elles seraient en accord avec celles des feuilles, elles sont visibles, et là où elles seraient en désaccord elles sont cachées par une coloration pigmentaire plus abondante et même remplacées par un dessin qui, sur cette partie de l'aile, et cette partie seulement, vient imiter les nervures de la feuille en croisant celles du Papillon (fig. 6).

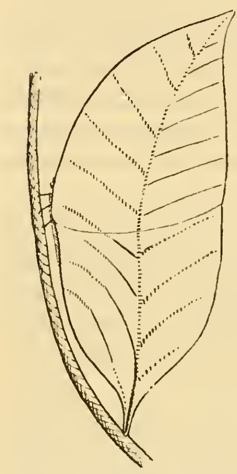


Fig. 6. — Papillon posé sur une branche et simulant une feuille.

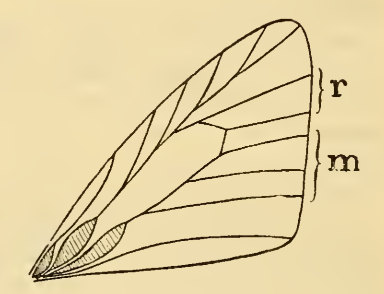


Fig. 7. — Disposition des renflements à la base de l'aile chez les Satyrides.

Il y a là un phénomène de protection excessivement curieux que l'animal met très réellement à profit.

Après les Nymphalides viennent les Satyrides qui sont anatomiquement caractérisés par la présence de renflements très bizarres (fig. 7) gonflant les nervures comme des vessies à la base des ailes. Quelle est la signification exacte de ces renflements ? Elle est assez difficile à déterminer ; il est probable qu'ils ne sont pas sans rapport avec la production de parfums, parce qu'il y a des cas où ce renflement est partiellement remplacé par des touffes de poils asssez voisines des crins pulvérisateurs dont nous avons parlé plus haut.

Les Satyrides présentent généralement des dessins ocellés parfois très remarquables.

Voici, par exemple, le *Meneris tulbaghia*, L., originaire d'un pays qui, malheureusement pour ses habitants, joue un rôle important dans l'Afrique australe ; c'est un Papillon de l'Orange et du Transvaal.

Voici un Satyride plus voisin de ceux de nos régions (projection : *Melanitis Leda*, L.). Sa forme n'est pas celle d'une feuille ; mais sa couleur se confond absolument avec celle des feuilles mortes : il se pose généralement dans les sous-bois, sur les feuilles sèches de Bambous, qu'il affectionne beaucoup. Quand il voit venir un étranger auquel il n'a pas été présenté, ce Papillon, timide de sa nature, relève ses deux ailes sur son dos et ne montre ainsi que le profil d'une surface qui, déjà par sa couleur, se confond avec celle du milieu ambiant : il passe donc bien inaperçu. J'ai été longtemps à démêler ce manège, mais, quand je l'eus reconnu, je m'amusais quelquefois à déranger systématiquement ces pauvres animaux ; je marchais de long en large, de façon à les observer ; je les voyais me suivre du regard, et au fur et à mesure que je me déplaçais, ils se dépêchaient de se remettre dans l'alignement. Je les ai même soumis aux épreuves les plus cruelles : nous entrions à deux dans le bois, et, suivant que l'un de nous remuait, l'autre restant tranquille, d'un saut ils s'alignaient sur l'individu menaçant par sa mobilité, en ne montrant leurs ailes qu'à celui de nous qui ne bougeait pas. Mais, en remuant l'un et l'autre, nous les avons plongés dans d'atroces perplexités ; car ils ne pouvaient pas s'aligner à la fois sur deux objets différents. Un psychologue qui aurait pu à ce moment sonder leur état d'âme aurait fait une étude intéressante.

Voici (Projection : *Neorina Lowii*, Dbd. Hew.) un joli Satyride des montagnes de l'Himalaya ; il a une livrée sombre, mais cette tache blanche assez vive, bizarrement découpée, cet œil sur le sommet de l'aile, lui donnent un bel aspect.

Les Satyrides nous conduisent, par diverses séries de formes, à une tribu remarquable par sa taille et ses colorations, celle des *Morphidés*. Je vous montre (Projection : *Zeuxidia Luxeri*, Hbn.) un représentant des Morphidés asiatiques. Vous reconnaissez encore la forme, et la coloration feuille morte, mise à profit par l'Insecte pour se dissimuler ; il en a d'autant plus besoin que le dessus de ses ailes est très brillant et que ses bandes d'un bleu violacé, quand l'animal vole, donnent réellement au jour des reflets merveilleux.

Mais ce n'est rien à côté des jolies colorations des *Morpho* sud-

américains ; voici (Projection : *Morpho anaxibia*, Esp.) un Papillon dont le dessus est d'un bleu-clair à reflets métalliques tout-à-fait brillants, avec un dessous où se distinguent les ocelles que vous aviez déjà pu voir sur les *Satyrides*.

Voici une autre espèce (projection : *Morpho didius*, Hopff.) dans laquelle le bleu du Papillon est comme serti de noir ; par dessous, quoique la couleur générale ait l'air de les avoir mangés, les ocelles se montrent avec un aspect très caractéristique presque identique à ce qu'on observe chez les *Stichophtalma*, beaux Morphides Asiatiques.

Voyez encore (projection : *Morpho Helenor*, Cram.) une autre belle espèce sud-américaine, dans laquelle la bordure noire est plus large que tout à l'heure ; les ocelles y sont très vifs ; c'est une chose assez remarquable, à une distance en kilomètres comme celle qui sépare la Colombie du Tonkin, à une distance en siècles comme celle qui nous sépare du temps où les communications étaient possibles entre ces deux continents, de voir un dessin aussi singulier subsister d'une façon aussi fidèle, y compris le nombre des cercles concentriques constituant la tache ocellaire.

Ces études relatives aux communications possibles de continent à continent sont assez singulières et amènent à des conclusions bizarres. Ainsi il semble probable que quel qu'ait été le sort de l'Amérique du Sud, qui paraît avoir une histoire zoo-géographique assez à part, l'Amérique du Nord, a été peuplée surtout par des espèces provenant de l'Ancien continent ; parmi ces espèces les Papilionides semblent être arrivés surtout par la voie asiatique ; tandis que les Nymphalides seraient plutôt de provenance européenne. Il semble assez téméraire de se permettre des hypothèses de cet ordre ; mais quand on examine avec soin des collections bien complètes, et qu'on voit dans quel ordre se succèdent les types et les formes, on est invinciblement amené à de telles conclusions.

Je vais maintenant vous montrer au naturel, quoique sur une beaucoup plus petite échelle, les couleurs des Papillons du genre *Morpho*. Voici dans ce carton le *Morpho Cypris*, Westw. et son chatoiement si caractéristique de nacre azurée. Ce chatoiement ne donne lieu qu'à des passages du clair au foncé et non à un vrai changement de couleur ; mais sur le *Morpho Sulkowskyi*, Koll. il y a certaines directions où la riche teinte métallique disparaît et laisse une couleur unie, comme celle du vieil ivoire, au lieu des reflets nacrés, bleus ou violets.

En voici d'autres dans lequel la même couleur vieil ivoire se

retrouve ; mais le reflet du bleu, au lieu d'être violet, est plutôt vert (*Morpho Æga*, Hubn. voir pl. coloriée, fig. G.). Vous voyez quel régal cela doit être pour les yeux quand on est entouré d'un essaim de ces animaux qui viennent butiner sur les fleurs; ils ne sont pas farouches d'ailleurs.

Je vous parlais tout à l'heure de la pareuté entre les *Morpho* d'Asie et ceux d'Amérique. Ceux d'Asie sont généralement bruns ; au contraire ceux d'Amérique sont très clairs et très brillants, du moins chez les mâles, car les femelles sont beaucoup plus sombres et plus visiblement proches des formes asiatiques.

Je vous ai montré tout à l'heure d'abord un *Morpho* complètement bleu, d'autres dans lequel on remarquait un mince liseré noir, puis un entourage noir un peu plus large, d'autres chez lesquels cette bordure prenait encore plus d'importance. Il y a une succession de formes dans lesquelles la bordure en question s'élargit de plus en plus, au point que le bleu finit par devenir une simple bande traversant le fond noir. C'est précisément chez ces espèces-là que l'on trouve, dans le dessous, les ocelles les plus caractéristiques de leur parenté avec les espèces asiatiques. Il est infiniment probable que ces espèces sombres avec très peu de bleu représentent les formes anciennes, remontant à l'invasion en Amérique des espèces analogues venant d'Asie. Le bleu a envahi peu à peu l'aile en refoulant le brun noir qui s'est retiré au point de se réduire à une mince bordure, et même de disparaître totalement. Une nouvelle évolution semble même avoir succédé à celle que je viens de décrire ; et le bleu se traverse de bande blanches ; nous en voyons même où le fond entier est d'un blanc à peine bleuté ou violacé, mais revêtu parfois encore des plus riches reflets de polarisation métallique.

Au groupe des *Morpho* se rattachent des animaux fort curieux, qui ont une protection par ressemblance tout à fait originale, ils ne se déguisent pas en feuilles, mais en Hiboux. Le phénomène a été observé à la Guyane et au Brésil. Le Papillon se pose sur une Liane, la tête en bas, et il ouvre ses ailes, dont il montre le dessous, orné de taches qui ressemblent étrangement aux yeux d'une Chouette ; ce spectacle est de nature à effrayer, non pas un entomologiste, mais les Oiseaux, qui craignent les Rapaces nocturnes; ces Papillons sont d'ailleurs semi-crépusculaires, ils ne quittent jamais la lisière des forêts et souvent s'enfoncent sous bois, de sorte qu'avec l'ambiance sombre, ces yeux caractéristiques, sur un fond strié gris et brun simulant fort bien le plumage de la Chouette, produisent une illusion tout à fait frappante, ainsi que vous pouvez le voir sur les

espèces contenues dans le carton que je vous présente (*Caligo teucer*, L., *idomeneus* L., *eurylochus*, Cram.). La figure 8 représente, non une espèce particulière de *Caligo*, mais un schéma commun à tout ce genre (1).

Nous allons aborder maintenant un groupe fort remarquable par sa variété. Il est limité presque exclusivement à l'Amérique du Sud, et comprend 725 espèces environ ; il y en a peut-être une trentaine en Asie, 5 ou 6 en Afrique, seulement 2 en Europe. Ce sont les *Erycinides*.

On y rattache les Libythéides, qui présentent un développement

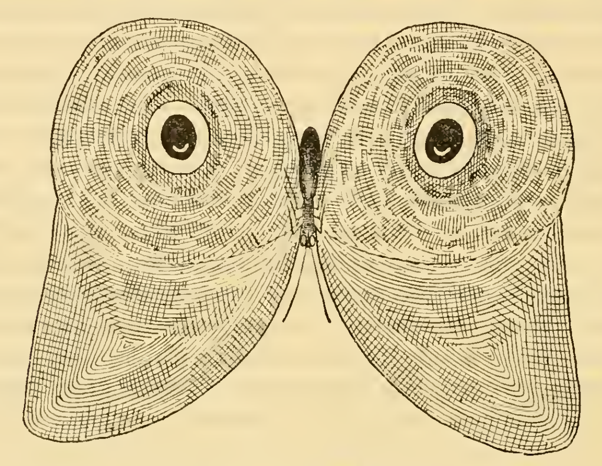


Fig. 8. — Curieux cas de mimétisme chez les *Caligo*.

extraordinaire des palpes. Ce sont des vestiges d'organes broyeurs, qui ne servent à rien chez les Papillons ; car ceux-ci, quand ils prennent de la nourriture, la prennent avec une trompe par laquelle ils aspirent le suc des fleurs. Vous jugerez du développement inusité de ces organes chez les Libythéides d'après cette projection (*Libythea Motya*, Bdv.). Ce Papillon a l'air d'avoir un véritable bec ; ce soi-disant bec est tout simplement formé de la juxtaposition latérale des deux palpes, organes articulés qui ne sont pas très durs.

Parmi les *Erycinides* sud-américaines figurent les *Stalachtis* (Projection : *St. Phlegia*, Cram.) qui semblent constellés de gouttes de lait.

(1) Depuis ma conférence du 28 février j'ai eu occasion de présenter un *Caligo* à un Chat entré dans la chambre où je rangeais précisément des espèces de ce genre. Je le lui ai, naturellement, montré en dessous et la tête en bas, c'est-à-dire dans la position de la fig. 8. L'effet a été des plus curieux. L'animal, un robuste Matou cependant, s'est arrêté net à l'aspect de ces yeux fixes et s'est presque aussitôt enfui devant l'inoffensif et défunt Papillon.

Un joli groupe de ces mêmes *Erycinides* est celui des *Helicopis* (projection : *Helicopis asis*, Fabr.) caractérisés par un véritable hérissement de queues autour des ailes postérieures ; le dessous est parsemé de taches nacrées.

Enfin voici une forme bizarre d'Erycinide (projection : *Syrmatia dorylas*, Cr.) dans laquelle l'aile postérieure a diminué tout à fait en largeur pour se réduire à une sorte de longue queue.

Cet animal a tout à fait l'air d'un équilibriste monté sur des échasses.

Un groupe assez intéressant pour les collectionneurs français, groupe dans lequel se présentent de jolies couleurs métalliques, est celui des *Lycénides* ou *Polyommates*. En voici un représentant d'origine cubaine (Projection : *Eumœus minyas*, Hbn.) qui est d'un vert bronzé. Les nôtres sont généralement azurés ou mordorés.

Nous arrivons maintenant au groupe des *Piérides*, animaux qui présentent absolument toutes les couleurs, depuis le blanc pur jusqu'au noir, et qui ceux-là, foulent tout à fait aux pieds le précepte « Il faut des époux assortis. » Dans les formes où les mâles sont blancs, on trouve des femelles absolument noires ; au contraire chez les espèces dont les mâles sont colorés de nuances très vives, jaune, orange, feu, la femelle présente souvent des tonalités tout à fait éteintes, passant quelquefois presque au blanc. Notre misanthrope de tout à l'heure parlait, entre autres qualités femelles, de l'esprit de contradiction ; il me semble que voilà des cas où on ne pouvait pas lui donner tort *a priori*.

Les Piérides présentent en Europe des colorations généralement blanches ou jaunes, quelquefois oranges. Ces colorations leur sont-elles bien utiles ? Elles ne sont certainement pas si utiles qu'un déguisement en feuille morte, mais elles sont assez bien assorties avec les plantes parmi lesquelles vivent généralement ces Papillons : les Crucifères, les Ombellifères, dont les fleurs ont des pétales blancs ou jaunes, au milieu desquelles l'insecte passe à peu près invisible. Il y en a où le dessous des ailes est marbré de vert ; or, dans l'attitude de repos, le Papillon posé montre précisément le dessous de ses ailes, qui forme une espèce de fond mousseux, si bien qu'on ne les distingue qu'à grand peine du faisceau de tigelles bifurquées constituant les ombelles des plantes.

Je vais vous montrer quelques échantillons intéressants, non pas parmi nos vulgaires Papillons blancs, mais parmi les espèces colorées plus richement des contrées tropicales.

En voici une très gracieuse (Projection : *Pieris Eucharis*, Dru.) de

l'Asie orientale. Elle a été pour moi, qui suis myope, l'objet d'une méprise curieuse. Voyant à Saïgon, dans le jardin du directeur de l'Arsenal, un arbre couvert de ces Papillons, j'ai cru que c'étaient des fleurs, et, pour les cueillir, j'ai été chercher un escabeau. Mais lorsque, grimpé dessus, j'ai haussé les bras, il n'y avait plus de fleurs, parce que les Papillons, eux, n'étaient pas myopes.

Voici (Projection : *Pieris nigrina*, Fabr.) une très jolie et curieuse espèce appartenant à une série de formes aux vives couleurs, qu'on trouve dans la Nouvelle-Guinée et aux îles de la Sonde.

Je m'étendrai plus longuement sur une espèce asiatique que j'ai capturée à Saïgon, l'*Eronia Valeria*, Cram. Voici le mâle et la femelle, dont l'aspect est notablement différent : le mâle d'un bleu pâle très pur, la femelle, réticulée de noir sur fond clair. Le mécanisme de cette transformation n'est pas bien compliqué ; il y a tout simplement développement d'un pigment noir le long des nervures.

Je vous prierai de fixer votre attention sur cette femelle et de vous rappeler ses couleurs, pendant que je vous présente à nouveau l'une des projections du début (*Danaïs limniace*, Cram.).

Rappelez-vous cet animal bleu transparent avec ces nervures noires, qui viennent former comme un réseau ; comparez-le à celui que je vous montre maintenant, et dites-moi si au vol, ou même au posé, à moins d'être un observateur de première force, les motifs de coloration de ces deux animaux ne sont pas identiques. Or, la Danaïs que vous avez sous les yeux n'est pas comestible ; la Pieride l'est parfaitement. Lors donc qu'une femelle d'*Eronia Valeria* passe à côté d'un animal Insectivore, si cet animal a déjà mangé un Papillon contenant de la cantharidine, dont il a dû conserver un souvenir cuisant, il se garde bien d'y toucher et se dit : Non ! Je ne mange pas de ce pain-là ! sauf à remplacer le mot « pain » par le mot « Papillon » en langage d'Insectivore.

Revenons maintenant aux Piérides, et examinons cette espèce de l'Amérique du Sud (Projection : *Perrhybris pyrrha*, Fab.).

Le mâle ressemble à notre Papillon blanc du Chou, sauf ce léger rappel de couleur rouge, existant en dessous de l'aile et qui vient, par transparence, se nuancer au-dessus. Voyez la femelle maintenant : combien elle est différente avec ses colorations jaunes, rougeâtres et noires.

Quel est le mécanisme de cette transformation des couleurs ? J'en montrerais le developpement si j'avais le temps de faire passer sous vos yeux une série d'espèces voisines sur lesquelles on verrait très bien dans quel ordre se fait l'apparition de ces nuances et de ces

dessins. Qu'il vous suffise de noter qu'ici, comme chez l'*Eronia Valeria*, ce n'est plus le mâle qui s'écarte du type primordial de son groupe en prenant un plumage de noces ; il reste au contraire fidèle au type primitif ; mais la femelle prend une ressemblance protectrice. Nous allons voir l'espèce de Papillon non comestible de l'Amérique du Sud auquel elle ressemble. Rappelez-vous le signalement de celle-ci : cadre noir, ailes relativement longues, fond brun rougeâtre, dessins noirs et bande jaune.

Je remets maintenant sous vos yeux ce type non comestible déjà vu (projection : *Mech. Polymnia*) ; vous voyez que c'est le même motif : cadre noir, fond brun-rougeâtre avec dessins noirs et bande jaune, ailes allongées.

Partout où il y a une ressemblance de cet ordre, c'est la femelle et non pas le mâle qui possède cette particularité, toujours pour la même raison ; c'est qu'à certains moments la femelle, alourdie par le fardeau des œufs, est beaucoup moins apte à se défendre par la fuite ; et si elle a la chance de se revêtir d'un masque protecteur, elle en profite. Ce n'est plus le mâle qui prend une forme plus riche pour séduire la femelle, c'est au contraire la femelle qui se déguise. Le misanthrope déjà nommé en prenait acte pour accuser le beau sexe de dissimulation. Les naturalistes appellent cela du *Mimétisme*. De même que le « plumage de noces » d'abord réservé aux mâles, finit par s'étendre aux femelles, de même les colorations anormales du mimétisme peuvent s'étendre aux mâles : il y a des espèces où les deux sexes sont mimétisés, mais dans la grande majorité des cas, la femelle présente seule cette protection.

Voici un exemple tout à fait frappant de ce même phénomène. Vous voyez sur cette même projection deux Papillons (voir pl. coloriée). L'un est comestible (*Papilio Agestor*, Gray, fig. I) et l'autre ne l'est pas (*Danaïs tytia*, Gray, fig. II). La seule différence qui puisse frapper l'œil *a priori*, c'est que le premier a le corps blanc tandis que l'autre a le corps brun. Le naturaliste, qui y regarde de plus près, les classera dans deux groupes bien différents, à cause d'une certaine échancrure de l'aile qui, comme nous le verrons, a une assez grande importance dans l'histoire de l'évolution des Papillons. De plus la *Danaïs* ne peut faire usage que de 4 pattes, le *Papilio* en utilise 6. Anatomiquement, les deux espèces sont fort différentes, et pourtant quelle ressemblance profonde dans l'aspect !

Pour bien montrer combien le mimetisme a fait dévier *Pap. Agestor* des types ordinaires de son genre, je rappellerai que ses congénères européens sont nos porte-queues, le Machaon et le Flambé.

Je vous parlais tout à l'heure des *Kallima* chez qui de fausses nervures sont dessinées, grâce auxquelles elles imitent plus parfaitement des feuilles. Nous voyons ici une « falsification » du même ordre. Voici dans l'aile de derrière du Papillon non comestible des glandes qui sécrètent un produit huileux, voici chez son imitateur des points d'un aspect bien analogue ; mais ce ne sont pas des glandes, ce sont de simples taches qui les imitent : les glandes véritables sont à cheval sur des nervures, qui leur amènent les vaisseaux nutritifs, tandis que les taches se trouvent entre des nervures, sur la membrane, à un endroit où aucun vaisseau ne circule ; c'est une simple contrefaçon que la nature s'est en quelque sorte imposée pour parfaire cette ressemblance si profonde et si superficielle à la fois.

En continuant dans le groupe des Piérides (Projections de diverses *Catopsilia*) voici des formes plus ou moins colorées, plus ou moins riches, qui s'écartent un peu du groupe blanc et noir.

Dans certain cas, on y remarque un chatoiement qui n'est pas dû à des colorations métalliques ; c'est un effet analogue à celui du velours frappé ; les écailles sont repliées les unes dans un sens, les autres dans l'autre ; de sorte que la lumière les éclaire diversement.

Je dois maintenant vous entretenir d'un détail anatomique assez curieux, caractéristique d'un groupe voisin, celui des Papilionides, et spécialement des Parnassiens, auquel conduit, comme transition, notre Papillon blanc gazé (*Leuconea Cratgæi*, L.).

Disons tout d'abord que les *Parnassius* habitent exclusivement les hautes montagnes ou les pays septentrionaux (Scandinavie, Sibérie, etc..).

Voici (fig. 9) l'aile de derrière d'un Papillon normal (A) avec ses 9 nervures réglementaires, et voici l'aile de derrière d'un *Parnassius* (B). Cette aile a l'air d'avoir reçu un coup de ciseau, le bord est echancré au lieu d'être convexe ; en réalité il y a eu perte de substance : la preuve en est qu'il manque la dernière nervure ; le squelette de l'aile est donc incomplet, et toute la partie de l'aile qui tirait sa nourriture des vaisseaux appartenant à la nervure absente a disparu du même coup. A quoi correspond cette perte de substance ? Si on ne la voyait que sur les *Papilio* ou les *Thaïs*, par exemple, qui la présentent également, on pourrait être fort embarrassé ; mais, la rencontrant sur la *Parnassius*, on a une explication qui se présente. On constate en effet chez les *Parnassius* l'existence d'un organe de plus que chez les autres Papillons ; c'est

une poche qui s'ouvre sous la partie inférieure de l'abdomen. Or quand un organe nouveau apparaît au moment où disparaît un tissu existant chez des espèces voisines, on est tenté de croire que la matière qui a produit cet organe est la même qui constituait auparavant le tissu disparu.

Il y a deux raisons qui, en la circonstance, semblent donner à cette explication un caractère douteux. D'abord il n'est pas naturel de voir se fixer sous l'abdomen un tissu ayant pris son origine sur le thorax.

Or, dans une certaine mesure, cette objection perd de sa valeur à la suite d'une communication que M. MARCHAL faisait tout récemment à notre Société. Il s'agit de l'*Inostemma Possi*, dont il nous décrivait les mœurs si curieuses, et qui vient parasiter au second degré un parasite des fleurs du Poirier; ce petit animal a un organe en corrélation assez inattendue avec sa tarière de ponte : c'est une espèce de corne située à la partie *antérieure* de l'abdomen et dont M. MARCHAL a défini le rôle en montrant que c'est une sorte d'étui, dans lequel vient se rétracter la tarière lorsque l'animal ne fait pas usage de celle-ci.

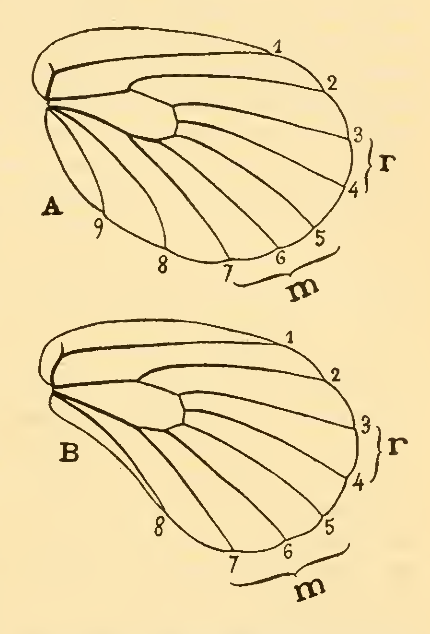


Fig. 9. — A, aile postérieure d'un Papillon normal ; B, aile postérieure d'un *Parnassius*.

Cette destination montre qu'il y a certainement, dans l'intérieur de cette gaîne, des tissus en communication avec ceux qui tirent leur origine du dernier segment abdominal. Si la déformation avait été poussée un peu plus loin, ces tissus auraient pu « voyager » jusque dans la région thoracique. On conçoit donc qu'une modification analogue, s'effectuant en sens inverse ait pu réaliser des annexes abdominales ayant une origine thoracique.

L'autre objection est plus délicate à aborder devant cet auditoire : la poche en question ne se rencontre jamais chez les mâles, mais

bien chez les femelles, et encore elle ne se rencontre pas chez toutes, mais chez celles-là seulement qui ont... perdu le droit de voltiger sur les fleurs d'Oranger (!) Cette poche, à cause de la diversité bizarre de ses formes, avait donné lieu à toutes sortes d'hypothèses ; on y voyait une espèce de..... cadeau de noces laissé par le volage époux, un vestige solidifié de ses épanchements. Ce qui rend cette explication peu plausible, c'est que, très variable d'une espèce à l'autre, cet organe présente une forme remarquablement constante dans chaque espèce, alors qu'il avait sans doute d'assez grandes variations individuelles s'il avait une origine aussi..... individuelle également. Il semble plus rationnel de se demander à quel usage cet organe peut bien servir. Or sa situation à proximité de l'orifice de ponte semble devoir en faire, ainsi que l'indique AUSTAUT dans sa monographie des *Parnassius*, un réceptacle destiné à recevoir les œufs que la femelle pond, comme la poche d'une mère Kangourou lui permet d'entreposer les petits qu'elle vient de mettre au monde. Seulement, la mère Kangourou transporte ses petits avec elle et en prend soin pendant une partie relativement longue de leur enfance, tandis que la femelle de *Parnassius* est destinée à mourir au bout de quelques jours, de quelques heures après la ponte. Or, nous avons dit que les *Parnassius* habitent exclusivement les régions froides, montagnes ou contrées septentrionales. L'hiver y est très rigoureux ; les œufs, non protégés, risqueraient fort d'avoir leur intérieur congelé par le froid ambiant ou leurs tissus désorganisés par l'eau glacée au moment de la fonte des neiges ; de sorte que si la poche cornée est utilisée comme je l'ai indiqué cela aurait pour but de les mettre à l'abri d'un froid trop intense ou des dangers provenant du contact direct avec la neige ou l'eau trop froide. Nous constaterions ainsi le résultat d'une évolution qui aura dû se produire au moment des périodes glaciaires, et grâce à laquelle les Papillons habitant les régions « glaciarisées » ont pu survivre à ce phénomène. Mais la période glaciaire a passé ; la glaciarisation s'est limitée à certaines régions, les hauts massifs et les froides latitudes, où nous voyons vivre les *Parnassius*.

Que sont devenus, dans les autres régions, les Papillons qui s'étaient adaptés au climat glaciaire ? Ils ont dû se désadapter, mais il est bien rare qu'on voie des espèces animales reprendre sous leur forme primitive des tissus passés à un autre usage.

Les descendants désadaptés des formes glaciaires ont peu à peu perdu leur poche qui ne servait plus à rien, mais ils n'ont pas

retrouvé leur morceau d'ailes (1). On reconnaîtra donc ces descendants probables à l'échancrure caractéristique des ailes postérieures. C'est le cas de toute la famille des Papilionides.

Cette hypothèse peut paraître très hasardée quand on l'émet de but en blanc pour deux sujets aussi différents qu'un *Parnassius* et un *Ornithoptère* ; mais elle reprend une valeur beaucoup plus grande lorsqu'à côté d'un *Parnassius* on met un *Doritis*, à côté d'un *Doritis*, une *Thaïs*, une *Armandia*, un *Séricinus*, et ainsi de suite. On arrive ainsi à réunir par une transition presque ininterrompue une série de formes qui *a priori* semblaient très éloignées, à tel point que rien, dans leur aspect, ne semblait faire croire qu'on pût trouver une raison pour en faire des descendants d'une même souche. C'est cette famille des Papilionides que nous allons sommairement passer en revue en commençant par les *Parnassius*.

Le *Parnassius Mnemosyne*, L. (pl. coloriée, fig. B) ne diffère des Piérides blanches que par son échancrure et la présence de la poche sous l'abdomen.

Le *Parnassius Apollo*, L. (pl. coloriée, fig. A) est un peu égayé par des taches rouges. Au fur et à mesure que les espèces glaciaires ont ressenti l'effet de climats plus ensoleillés, elles ont pris une coloration de plus en plus accentuée. Sur l'Himalaya par exemple, très haut et très froid, mais où le soleil est très ardent, les *Parnassius* se revètent de nuances plus riches : le rouge et le bleu, sous son influence apparaisent plus largement.

Tout est blanc au milieu des neiges : le Lagopède, le Lièvre blanc, le Bœuf musqué, adaptent leur coloration blanche au milieu ambiant, mais lorsque le pays quitte l'aspect exclusivement glaciaire, les animaux reprennent leurs coloris normal, c'est en particulier le cas des Papillons chez qui les nuances qui reparaissent se succèdent généralement dans l'ordre suivant : blanc, noir, rouge, jaune, bleu.

Descendus des plateaux himalayens aux régions chinoises, nous trouvons des espèces de taille assez faible à côté des grands *Parnassius*, les *Sericinus* (projection : *Sericinus Telamon*). Analogues à leurs ancêtres par leurs dessins et la forme générale, ils s'en distinguent par une longue queue, presque disproportionnée au reste des ailes, comme s'il y avait eu non seulement résistance

(1) Dans certains cas, on retrouve le segment anal à l'aile postérieure, mais profondément modifié dans son allure, affectant la forme d'un repli enroulé ou d'une zone déhiscente. Il présente alors un aspect « adventice » plutôt fait pour confirmer l'hypothèse en question que pour l'ébranler.

locale au rapetissement mais même réaction contre ce rapetissement.

Cette queue a littéralement l'air d'être plus longue que nature. Rappelons-nous que ce genre de Papillons vit en Chine ; on soupçonne aussi les Chinois d'avoir souvent dans le dos une tresse plus longue que nature. Il y aurait donc sous ce rapport un certain parallélisme entre les tendances des Papillons et celles de l'espèce humaine. C'est sans doute le climat qui en est cause. De pareilles analogies remontent fort loin pour d'autres groupes. C'est ainsi qu'on a trouvé dans les terrains anciens de la région chinoise des Trilobites, sorte de grands Cloportes fossiles. Parmi les Trilobites connus, les uns sont aveugles, les autres ont des yeux : mais ceux qu'on trouve fossilisés en Europe ont les yeux faits comme vous et moi, tandis que ceux qu'on trouve en Chine ont les yeux tirés et bridés comme les Chinois de nos jours ; l'une des deux races aurait donc imité l'autre : ce n'est probablement pas le Trilobite parce qu'à l'époque silurienne les Chinois n'existaient pas encore.

Je projette maintenant une *Armandia thaïtina*, Blanch. (pl. col. : fig. F) qui fait encore partie de cette longue série réunissant les *Parnassius* aux plus brillantes espèces des Papillonides. Ici le fond est devenu entièrement jaune et diapré de diverses colorations : bandes noires, lunules rouges, tache ocellée bleu et orange.

Je signale à l'attention des naturalistes qui peuvent consulter des collections assez complètes, la comparaison entre les dessins des *Armandia* et ceux des *Sericinus* d'une part, de nos *Papilio* européens (*Machaon* et *Podalirius*) de l'autre. Il existe deux espèces d'*Armandia* propres l'une au flanc nord, l'autre au flanc sud des chaînes Himalayennes. Très voisines comme dessin et couleur, elles diffèrent par la forme des queues, l'une rappelant la forme de notre *Machaon*, l'autre celle de notre *Podalirius* (vulgairement : *Flambé*).

Voici maintenant les *Thaïs*, espèces assez richement colorées ; le rouge vient leur donner des tonalités assez chaudes. Selon mon hypothèse, ce sont des espèces en voie de désadaptation du climat glaciaire, qui se trouvent dans une période relativement récente de leur évolution. Or, toute espèce qui n'est pas fixée depuis longtemps a, de ce fait, des chances d'être plus facilement variable, et dans les régions où le soleil de l'été et le froid de l'hiver viennent favoriser, suivant les lois générales, les variations de l'espèce, il tend à se produire des variétés assez singulières. C'est le cas en particulier pour une espèce de ce genre, la *Thaïs medesicaste*, Och.

La projection suivante vous montre précisément deux formes aberrantes de cette *Thaïs*. Dans la forme typique les individus sont

généralement assez simples dans leur dessin, dont l'ensemble est jaune et noir. Dans une de ces variétés, désignée sous le nom de *Honnoratii*, Bdv., le jaune est envahi par des taches rouges (pl. col., fig. C), tandis que dans l'autre, nommée *Hartmanni*, Stdf., c'est le noir qui tend à devenir la couleur dominante (pl. col., fig. D). L'espèce typique est assez répandue en Provence et en Espagne.

Les variétés projetées sont localisées aux environs de Digne, où on en rencontre chaque année un certain nombre d'exemplaires de la forme rougie, et de loin en loin la forme noircie. Ce point du globe, où l'hiver des Alpes succède à l'été de la Provence, semble donc appelé à être le berceau de deux espèces nouvelles faisant en ce moment leurs premiers pas avec une constance remarquable, car les variations individuelles y sont fort rares, et l'insecte parfait de chaque variété se distingue nettement de la race typique, alors que l'on ne peut encore distinguer aucune différence dans les œufs, les chenilles, les chrysalides.

Voilà un point d'évolution presque pris sur le vif, dont l'auteur est la nature sans intervention de l'Homme.

Passons maintenant au genre *Papilio*.

Voici d'abord le *Papilio Protesilaus*, L., de l'Amérique du Sud, fortement apparenté à notre flambé.

Dans l'Afrique australe se trouvent des formes analogues, mais bleues au lieu d'être jaunes (Projection : *Pap. Policenes*, Cram.).

Voici (Proj. : *Pap. ilioneus*, Smith Abbot.) une espèce de l'Amérique du Nord, assez riche de coloration, avec ses dessins verts et ses taches orange. Quand on regarde une série de formes de transition, on trouve de grands rapports entre cette espèce et notre *Machaon* dont la couleur est absolument jaune avec des bandes noirâtres, car on passe de l'un à l'autre, presque insensiblement, par l'intermédiaire des formes japonaises et californiennes.

Voici (Projection : *Pap. Philenor*, L.) une forme moins variée de couleurs, mais dans laquelle la couleur verte est douée d'un beau reflet métallique que le précédent ne possède pas.

Je vous montre successivement : le *Sarpedon*, L., Papillon du Tonkin et des îles de la Sonde;

Un Papillon assez joli de l'Amérique du Sud, élégant de forme et de couleurs, le *Pap. Echelus*, Hbn.;

Une forme de l'Amérique du Sud apparentée à des formes asiatiques à peu près comme le sont les Morphidés des deux régions : c'est le *P. Hectorides* ♀. Les femelles de ce groupe (Projection : *P.*

Ascanius Cr. ♀) sont souvent de coloration un peu moins tranchée; néanmoins elles sont encore assez jolies;

Un Papillon commun dans l'Indo-Chine et la région indo-malaise, le *Papilio Polytes* L., autrefois nommé *Pammon* L., qui a donné lieu à des discussions chez les naturalistes. La femelle ressemble généralement très peu au mâle. Linné, qui eut entre les mains des exemplaires des deux sexes leur a donné des noms différents. Lorsqu'on s'est aperçu que c'était la même espèce, comme les règles de la nomenclature n'étaient pas encore très nettement établies, on s'est demandé s'il fallait donner à l'espèce le nom du mâle, en vertu de ce principe des grammairiens que, quand il y a divergence, l'accord se fait avec le masculin, ou s'il fallait, en vertu de la priorité, prendre le nom de la femelle, celle-ci ayant été connue et nommée par Linné avant le mâle. La priorité l'emporta, le mâle dut s'incliner galamment, et recevoir le nom de son épouse, contrairement à ce qui se passe dans nos mairies.

Voici (Projection : *Papilio Hector*, L.) qui ressemble beaucoup à la femelle ou tout au moins à certains types femelles de l'espèce précédente, car il y a de nombreuses formes, dont quelques-unes ressemblent aux formes caudées du *Memnon* ♀, d'autres, plus rares, ressemblant à leur mâle.

Voici (Projection : *Pap. philoxenus*, Gray.) un joli Papillon à forme assez étrange du Thibet, ou plutôt du haut bassin du fleuve Bleu et de la partie de la Chine voisine de la Birmanie.

Voici (Projection : *Teinopalpus imperialis*, Hope, pl. col., fig. E) un Papillon de l'Himalaya, bien curieux par sa teinte générale d'un vert Mousse rehaussé de traits noirs et d'une tache jaune; sa femelle est encore plus pittoresque, elle est un peu plus grande et présente des nuances violettes mêlées au vert de ses ailes ; de plus elle a trois queues au lieu d'une.

Cette femelle à la mauvaise habitude de naître, de vivre et de mourir au sommet des grands arbres et de ne jamais descendre à terre sinon contrainte et forcée, généralement dans la sacoche d'un naturaliste. Comment celui-ci va-t-il la prendre ? Il est rare qu'un Européen se livre à cet exercice, plus spécialement pratiqué par les indigènes qui en tirent profit, les spécimens se vendant couramment une quinzaine de francs. Ils les prennent à l'affût, au sommet des Déodars, sorte de grands Mélèzes, qui laissent exsuder une résine un peu sucrée. Pour attirer leur proie ils recueillent de cette résine, y ajoutent du miel, un peu de rhum ou d'eau-de-vie de Riz, puis ils enduisent de ce mélange une place un peu ensoleillée

sur un tronc d'arbre où ils ont remarqué que des femelles de cette espèce venaient voltiger de préférence. Ils montent alors sur un arbre voisin et s'arment d'un long bambou, de 7 ou 8 mètres quelquefois, terminé par une anse en crin recourbé, dans le creux de laquelle est une petite goutte de glu. Le Papillon par l'odeur alléché, tel maître Renard, vient goûter à l'appât, mais il y a de l'alcool dedans ! Or, chacun sait que l'alcoolisme est un fléau : la pauvre bête ne tarde pas à en faire la triste expérience, et au moment où, étourdie, elle somnole à côté de l'appât dont elle s'est trop largement abreuvée, traîtreusement la petite anse avec la goutte de glu, au bout du Bambou manié d'une main habile, vient se poser non pas sur les ailes, crainte de déchirure, mais sous l'abdomen ; le Papillon essaye de s'envoler, en vain ! Le chasseur ramène la tige de Bambou, prend délicatement l'animal et l'envoie rejoindre, hélas ! dans la boîte, les précédentes victimes de l'alcoolisme.

Nous arrivons maintenant au groupe qui présente le plus beau développement parmi les Papillons de jour : c'est celui des Ornithoptères (ailes d'Oiseau); ce nom vient d'abord de leur forte taille, puis de ce que le dessin des ailes de devant, généralement strié de gris sur noir, rappelle des plumes d'Oiseau. Quelques espèces de ce genre habitent l'Inde et l'Indo-Chine, le plus grand nombre se trouve dans les îles de la Sonde, les Moluques et la Nouvelle Guinée.

Je vous montre d'abord (Projection : *Ornithoptera Minos*) une forme du continent asiatique.

Voici maintenant (Projection : *Orn. Paradisea*) une des formes les plus curieuses de la Nouvelle Guinée ; cette espèce et quelques formes très rapprochées sont les seules du genre Ornithoptère qui aient une queue ; la présence de cet appendice coïncide avec un rétrécissement marqué des ailes postérieures. Vous y voyez aussi cette sorte de lobe qui a l'air de vouloir remplacer le morceau manquant dans l'échancrure classique de l'aile : ce lobe, couvert de filaments, est sans doute un organe à parfum.

Cet animal a son histoire. Celui qui l'a capturé le premier ne l'a pas rapporté en Europe, pour la déplorable raison qu'il a été dévoré par les indigènes de la Nouvelle Guinée. C'est dans ses bagages que ceux qui sont venus à sa recherche ont trouvé quelques exemplaires de ce très remarquable Papillon. Quand plus tard on en a apporté quelques-uns en Europe, cette curieuse espèce a été l'objet des convoitises des gros collectionneurs. Il y a eu un exemplaire qui a été payé, à ma connaissance, 1000 marks, c'est-à-dire 1250 francs. Ce n'est pas moi qui l'ai acheté.

Nous avons passé en revue les principaux types de Rhopalocères ou Papillons de jour. Il y a quelques groupes faisant la transition entre eux et les Papillons de nuit : c'est le cas des Hespéries (Projection : *Thymele simplicius*, Stoll.) ; l'antenne a encore la forme d'une massue, mais cette massue se recourbe déjà en crochet. C'est encore le cas des Castnies dont les antennes sont encore plus proches peut-être de celles des Papillons de jour ; mais dont le facies général et surtout le volume de l'abdomen par rapport à la surface des ailes se rapprochent beaucoup plus de ce qu'on voit chez les Papillons de nuit.

Les Papillons de jour et ceux de nuit, quand ils sont au repos, ne se comportent pas de la même manière ; le Papillon de jour a les ailes indépendantes les unes des autres ; il les relève verticalement sur son dos. Les Papillons de nuit ramènent à plat sur le corps leurs ailes de devant, qui ne peuvent généralement pas se redresser ; les ailes de derrière ont l'air d'être très paresseuses, étant en rapport avec des muscles beaucoup moins puissants que celles de devant ; elles obéissent au mouvement de celles-ci.

En fait, les ailes de derrière des Papillons de nuit sont, le plus souvent, accrochées à celles de devant par un organe qu'on appelle le frein ; c'est un crin dur, ayant une consistance un peu cornée, qui vient s'agrafer dans un appendice de la face inférieure de l'aile de devant en forme d'anse ou de boucle (fig. 10) ; dans d'autres cas, plus simples, il existe une espèce de gouttière formée par un repli de l'aile de devant, et dans laquelle vient s'agrafer une contre-gouttière formée par un repli de l'aile de derrière.

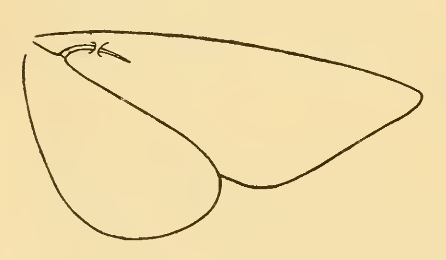


Fig. 10. — Mode d'union des ailes antérieure et postérieure chez les Papillons de nuit.

Dans tous les cas c'est dans cette dépendance des deux ailes qu'il faut chercher l'explication de la manière dont les Papillons de nuit posent généralement leurs ailes au repos, manière si franchement différente de celle des Papillons de jour.

Un des plus beaux groupes des hétérocères est celui des *Sphinx*, dont les ailes sont très développées ; bien que leur corps soit lourd et volumineux, ce sont des bêtes de grand vol, caractérisées surtout

par l'énorme développement de leur trompe, qui leur permet de plonger au fond des fleurs très profondes, comme les Liserons.

Comme type de *Sphinx*, je projette le *Theretra capensis*, Hbn.

Voici un autre Sphinx américain (Projection : *Philampelus labrusæ*, Hbn.), de couleurs plus vives.

Près des *Sphinx* se placent les Sésies, groupe assez bizarre dans lequel, sauf de très légères pigmentations au bord de l'aile, celle-ci est réduite à une membrane transparente : ces animaux ont une ressemblance frappante avec certains Hyménoptères. L'exemple le plus caractéristique en France est la Sésie apiforme, qui rappelle en effet l'aspect d'une Abeille.

Pour les distinguer, il faut avoir l'œil du naturaliste, et regarder soit les antennes, soit la nervulation ; mais un profane s'empressera de lâcher la Sésie apiforme, si vous la lui mettez sous les yeux ou plutôt dans la main.

Innombrables sont les types divers d'Hétérocères : la plupart ont une livrée assez terne, mais quelques-uns sont comparables aux Papillons de jour par la vivacité de leurs couleurs (Projection : *Ephestris Meloxantha*, Hbn.). C'est le cas de cette espèce de l'Amérique du Sud chez laquelle vous voyez vivement trancher le jaune et le noir.

Je vous montrerai deux exemples de Papillons Séricigènes, appartenant à la grande famille des *Bombyx*. En voici un d'Asie (*Attacus Peryni*), puis un autre, assez curieux, de l'Amérique du Nord, avec ses ailes de derrière singulièrement allongées en queues (*Actias Selene*, Hbn.).

Voici enfin, plus proche de nos noctuelles, une espèce chez laquelle le développement de la queue est absolument extraordinaire ; c'est la *Mania empedoclaria*, Hbn. ; elle habite Haïti et quelques autre îles des Antilles.

Je cesse maintenant de vous montrer des projections coloriées à la main pour vous présenter une œuvre bien remarquable. C'est l'image d'un carton de spécimens brillants, parmi lesquels vous pouvez reconnaître quelques-uns de ceux que je vous ai montrés en nature tout à l'heure. Ils ont été directement photographiés avec leurs couleur par M. Fabre-Domergue. Le problème de la photographie en couleurs est résolu théoriquement, mais bien peu de photographes ont su plier leur main à la mise en pratique de ses procédés. M. Fabre-Domergue a droit aux remerciements de tous ceux qui s'occupent de reproductions coloriées d'êtres vivants;

il donné dans ce très joli cliché la mesure de ce qu'un naturaliste, qui sait se doubler d'un artiste, peut faire, quand il veut mettre ses instants au service de la science.

Mesdames et Messieurs, il me reste à vous remercier de la bienveillante attention que vous avez prêtée à ma trop longue conférence. « Qui ne sut se borner, dit-on, ne sut jamais écrire. » Si ce précepte, comme c'est probable, s'étend à l'art de la parole, je crains fort de ne savoir jamais parler lorsqu'il s'agira de mes chers Papillons.

LILLE. — IMP. LE BIGOT FRÈRES





L.V Imp. Buttner-Thierry et Cie 34 Rue Laffitte



CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

LA FAUNE DES MAMMIFÈRES DE L'ALGÉRIE, DU MAROC ET DE LA TUNISIE

PAR

le Docteur E. L. TROUESSART

GÉNÉRALITÉS

Les plus récents travaux d'ensemble que l'on possède sur la faune de la région barbaresque, sont dus à F. LATASTE, qui parcourut l'Algérie et la Tunisie en 1880, 1881 et 1884, et publia les résultats scientifiques de ses voyages en 1885 et 1887. Il enrichit ainsi cette faune de 17 espèces non encore signalées dans cette région, ou nouvelles. Depuis cette époque, la Barbarie n'a guère été explorée, au point de vue zoologique, que par des voyageurs anglais, qui nous ont fait connaître 10 autres espèces de Mammifères qui n'avaient pas été rencontrées par LATASTE, et dont plusieurs sont nouvelles. Nous donnerons leur description dans le présent travail.

La faune de la région barbaresque se trouve ainsi représentée, à l'époque actuelle, par 88 espèces de Mammifères terrestres ; en y ajoutant les Mammifères marins, on arrive au chiffre de 100 espèces (non compris les espèces domestiques). Ce chiffre diffère peu de celui qui représente la faune mammalogique de la France ou de l'Europe méridionale.

ÉLÉMENTS ET ORIGINE DE LA FAUNE BARBARESQUE.

Les naturalistes sont à peu près d'accord pour rattacher, avec WALLACE, la Barbarie à la sous-région méditerranéenne qui fait elle-même partie de la région paléarctique. Cependant KOBELT, qui a publié, en 1886 **(8)** (1), un travail sur cette faune mammalogique,

(1) Les chiffres gras entre parenthèse renvoient aux travaux signalés à l'article BIBLIOGRAPHIE (p. 13-365).

semble d'un avis contraire et considère cette faune comme plus africaine qu'européenne. Il dit textuellement :

« La ressemblance de la faune mammalogique nord-africaine avec celle du sud de l'Europe, n'est pas assez étroite pour qu'une communication continentale, à une époque antérieure, avec l'Espagne, le Sardaigne ou la Sicile soit nécessaire ou même vraisemblable ».

La Géologie donne ici complètement tort à Kobelt, comme il est facile de le démontrer.

Géologie de la région barbaresque. — D'après tous les géologues, la Barbarie constitue une formation géologique n'ayant aucun rapport avec le reste de l'Afrique et se rattachant, au contraire, étroitement à l'Europe méridionale. La chaîne de l'Atlas marocain est formée de schistes primaires qui se retrouvent, de l'autre côté du détroit de Gibraltar, dans la Sierra Nevada, et plus à l'est dans les Baléares, la Sardaigne et la Corse : c'est ce qu'on désigne sous le nom de *Cordillière bétique*. La tradition qui veut que le détroit de Gibraltar ait été violemment ouvert à une époque relativement récente *(Colonnes d'Hercule* des anciens), est ici d'accord avec la Géologie, et il est probable que les premiers Hommes ont été témoins de ce cataclysme qui s'est produit sous l'influence des éruptions volcaniques encore si manifestes dans la région méditerranéenne.

Avant cette époque, c'est-à-dire au commencement du pliocène, cette région devait avoir l'aspect de la Malaisie actuelle, et présenter avec l'Europe des rapports analogues à ceux que la Malaisie présente encore avec l'Asie méridionale aussi bien par sa constitution géologique que par sa faune.

La Méditerranée communiquait librement avec l'Atlantique par un large bras de mer situé au nord de la Cordillière bétique, sur l'emplacement actuel de l'Andalousie (vallée du Guadalquivir), et bordé au nord par la Sierra Morena formant le bord méridional du plateau ibérique, au sud par la Sierra Nevada. C'est le soulèvement des Alpes, vers la fin de la période pliocène, qui a rejeté la mer plus au sud, ne lui laissant qu'une étroite ouverture, à travers la chaîne bétique, pour communiquer avec l'Océan.

En réalité, le bassin méditerranéen est, géologiquement parlant, un bassin fermé et très homogène, de l'Atlas à l'Asie mineure et au Caucase. C'est une région de tremblements de terre et de volcans dont le sol a été, ou est encore très instable. La Calabre, la Sicile, sans parler des autres îles, sont d'anciennes terres qui se sont disloquées au cours de la période tertiaire. Malte s'est séparée récem-

ment de l'Afrique. Des phénomènes analogues se retrouvent dans la Malaisie dont les grandes îles reposent sur un plateau sous-marin n'ayant pas plus de 100 mètres de profondeur, tandis qu'une fosse profonde se montre immédiatement au sud de Sumatra.

On admet généralement en Algérie trois régions alignées parallèlement à la Méditerranée, et qui sont du N au S : le *Tell*, les *Hauts-Plateaux* et le *Sahara*. Au point de vue géologique, on ne distingue que deux formations : l'*Atlas tellien* et l'*Atlas saharien*, la région intermédiaire formant ce qu'on appelle les hauts-plateaux avec leurs *chotts* ou lacs salés, souvent desséchés.

L'Atlas tellien se termine à l'est brusquement par la cassure de la Tunisie ; cette région n'a aucun caractère africain : elle se rattache par sa flore et sa faune à l'Europe méridionale. C'est un massif ancien (secondaire et tertiaire), écroulé sous l'action des volcans et qui, par la boucle du détroit de Gibraltar va rejoindre l'Andalousie et les Baléares.

L'Atlas saharien, bien que formé de couches jurassiques et crétacées, n'a eu son dernier soulèvement qu'assez tard dans le pliocène : cette chaîne est contemporaine des Alpes. Les deux Atlas convergent en Tunisie pour se recourber vers le nord, et se diriger non vers la Sicile, mais vers la Sardaigne, de telle sorte que le bassin occidental de la Méditerranée est bien distinct de son bassin oriental.

Enfin l'Atlas marocain, bien que résultant de plusieurs soulèvements successifs, n'a acquis son relief actuel qu'à une époque encore plus récente, et se relie, sous la mer, au plateau des Canaries, confirmant ainsi l'existence de l'ancienne *Atlantide*.

A l'est et au sud, la région barbaresque était bornée, pendant la première partie du tertiaire, par la mer Nummulitique dont on retrouve des traces à Gafsa et Tebessa et jusque dans la région des Hauts-Plateaux, puis à une époque plus rapprochée, à Gabès; c'est dans le pliocène et même plus tard, que s'est produit le soulèvement qui a réuni le sud de la Tunisie à l'Egypte par la Tripolitaine (ancienne Lybie). Au sud, la bordure septentrionale du Sahara, qui a subi un affaissement après le pliocène, et que l'on peut étudier dans les hauteurs sur lesquelles est bâtie la ville de Laghouat, forme la limite entre la sous-région méditerranéenne et la grande plate-forme africaine dont la constitution géologique est très différente.

On sait que ce massif africain est une des formations les plus anciennes et les plus stables du globe, n'ayant plus été balayée par

la mer depuis le début de la période secondaire. Quant au Sahara, il était occupé jusqu'à l'époque quaternaire par de grands lacs et des cours d'eau abondants qui se sont desséchés, par suite de la suppression du régime des pluies qui y régnait auparavant, et que le soulèvement de l'Atlas et l'extension de la Méditerranée ont attirés vers le nord. Il est probable que ce dessèchement n'a été complet que de nos jours.

Telle est, dans ses grandes lignes, l'histoire géologique de la région barbaresque, histoire qui nous permettra de mieux comprendre les origines multiples de sa faune mammalogique actuelle.

Eléments de la faune mammalogique. — Pour se rendre compte des affinités d'une faune, et à défaut de cartes de distribution géographique, il convient de dresser des tableaux des genres et des espèces propres à cette faune pour les comparer aux espèces identiques ou représentatives qui les remplacent dans les régions voisines. C'est ce que nous allons faire ici pour la région barbaresque. Afin de ne pas trop surcharger ces tableaux nous nous bornerons aux genres, mais en tenant compte des *espèces identiques*, communes à deux ou trois régions, surtout lorsqu'il s'agit de genres cosmopolites ou à dispersion géographique très étendue (*Rhinolophus*, *Vespertilio, Canis*, *Felis*, etc).

Une première division qui s'impose consiste à séparer les types propres au Tell de ceux qui sont propres au Sahara, sans tenir compte de la région intermédiaire (hauts-plateaux), où s'opère le contact et souvent la fusion de deux faunes primitivement distinctes :

I. — Genres propres a la région de l'Atlas tellien.

1. *Macacus.*	9. *Crocidura.*	17. *Felis.*
2. *Rhinolophus.*	10. *Ursus.*	18. *Eliomys.*
3. *Plecotus.*	11. *Putorius.*	19. *Mus.*
4. *Vespertilio.*	12. *Lutra.*	20. *Hystrix.*
5. *Myotis.*	13. *Canis.*	21. *Oryctolagus.*
6. *Miniopterus.*	14. *Vulpes.*	22. *Lepus.*
7. *Nyctinomus.*	15. *Genetta.*	23. *Sus.*
8. *Erinaceus.*	16. *Herpestes.*	24. *Cervus.*

Ces 24 genres se retrouvent dans l'Europe occidentale et 20 sont représentés par des espèces ou sous-espèces identiques à celles d'Algérie ; les 4 autres (*Erinaceus, Ursus*, *Canis*, *Lepus*), ont des deux côtés de la Méditerranée, des espèces distinctes, mais assez voisines pour qu'elles aient été considérées longtemps comme identiques.

La région du Sahara va nous montrer des éléments plus disparates et vraisemblablement d'origine distincte.

II. — GENRES PROPRES A L'ATLAS SAHARIEN.

1. *Hipposiderus.*
2. *Otonycteris.*
3. *Rhinopoma.*
4. *Macroscelides.*
5. *Zorilla.*
6. *Hyæna.*
7. *Cynailurus.*
8. *Lynx (Caracal).*
9. *Xerus (Atlantoxerus).*
10. *Gerbillus.*
11. *Pachyuromys.*
12. *Meriones.*
13. *Psammomys.*
14. *Arvicanthis.*
15. *Jaculus.*
16. *Ctenodactylus.*
17. *Massoutiera.*
18. *Ammotragus.*
19. *Gazella.*
20. *Addax.*
21. *Bubalis.*

De ces 21 genres, il en est 12 qui se retrouvent dans la partie orientale de la sous-région méditerranéenne, dont 2 dans le sud de l'Europe (Russie) : ce sont *Gerbillus* et *Meriones;* 4 sont propres à la sous-région elle-même *(Caracal, Atlantoxerus, Ammotragus, Addax)*; il en reste donc 5 qui doivent être considérés comme réellement éthiopiens *(Macroscelides, Pachyuromys, Ctenodactylus, Massoutiera* et *Bubalis).*

Comme on le voit, le contingent apporté par l'Afrique sud-saharienne à la faune barbaresque est singulièrement faible et ne donne nullement raison à l'opinion de KOBELT que nous avons signalée au début de cette étude.

Il semble même que l'Asie occidentale ait pris une plus grande part au peuplement du Sahara algérien, puisque les 12 genres que nous avons signalés ci-dessus (notamment *Otonycteris, Cynailurus, Gerbillus, Meriones, Psammomys, Gazella, etc*) semblent y être venus par l'Égypte et la Tripolitaine où ils existent encore à l'époque actuelle.

Une comparaison, espèce par espèce, avec la faune de l'Egypte ne nous apprendrait rien de plus. Les deux faunes se ressemblent extrêmement, bien que cette dernière soit plus riche, en raison du double voisinage des régions éthiopienne et orientale. Il nous suffira de dire que 33 genres (sur 57 en Egypte), sont communs à la Barbarie et à l'Egypte.

Il nous semble plus intéressant de comparer la faune actuelle de la Barbarie avec sa faune quaternaire, et celle-ci avec la faune de l'Europe méridionale à la même époque géologique.

En résumé, et si l'on s'en tient à l'étude de la faune actuelle, on constate que 24 genres (sur 45) se retrouvent dans l'Europe occidentale, 4 sont propres à la sous-région méditerranéenne, 12 provien-

nent de la partie orientale (asiatique) de cette sous-région, enfin 5 seulement sont de la région éthiopienne (Afrique au sud du Sahara).

D'après POMEL (1), la faune quaternaire d'Algérie renferme les genres suivants (ceux qui se retrouvent à la même époque en Europe sont précédés d'un *) :

III. — Genres du Quaternaire d'Algérie.

1. * *Macacus (Innus).*
2. * *Canis.*
3. * *Ursus.*
4. * *Hyæna.*
5. * *Felis.*
6. * *Elephas.*
7. * *Rhinoceros.*
8. * *Equus (Hippotigris).*
9. * *Sus.*
10. *Phacochœrus.*
11. * *Hippopotamus.*
12. * *Camelus.*
13. * *Cervus.*
14. * *Gazella.*
15. * *Oryx* (2).
16. * *Hippotragus.*
17. * *Oreas.*
18. * *Palæoreas.*
19. *Bubalis (Bos elaphus).*
20. *Cephalophus (Grimmia).*
21. *Connochœtes.*
22. * *Capra.*
23. * *Ovis.*
24. *Buffelus (Bubalus)*
25. * *Bos.*

Ainsi, sur 25 genres (3), il n'y en a que 5 *(Phacochœrus, Bubalis, Cephalophus, Connochœtes, Buffelus)* qui manquent à l'Europe et soient d'origine africaine.

Ce chiffre, en en supprimant *Bubalis* qui fait double emploi, porterait à 9 le nombre des genres véritablement africains figurant dans la faune quaternaire de l'Algérie. La Girafe, que POMEL y ajoute, ne repose que sur des dessins rupestres et se retrouve d'ailleurs en Europe à l'époque pliocène. Il en est de même des genres du pliocène d'Algérie que l'on pourrait ajouter à cette liste *(Hipparion* et *Libytherium)*; ce dernier était réprésenté en Grèce par l'*Helladotherium.*

En résumé, l'étude de la faune quaternaire de l'Algérie vient confirmer les conclusions que nous avons tirées de l'étude de la faune actuelle. Toutefois, il ne faut pas oublier que la faune pliocène du sud de l'Europe, avec ses Singes, ses Eléphants, ses Girafes, ses grandes Antilopes, etc, avait un *faciès nettement afri-*

(1) Carte géologique de l'Algérie. — *Monographies paléontologiques* (1894-99); BOULE, *L'Anthropologie,* X, 1899, p. 563 et 569 (analyse critique).

(2) Remplacé, en Europe, par le *Palæoryx* de Pikermi.

(3) La petite faune (Chiroptères Insectivores, Rongeurs) ne semble pas s'être conservée dans les couches quaternaires d'Algérie.

cain dont le quaternaire conserva tout au moins une partie (Éléphants, grands Carnivores, Lion, Panthère, Hyène, etc), jusqu'au commencement de l'époque actuelle.

Il nous reste à passer en revue un certain nombre de types de la faune actuelle dont l'origine peut laisser des doutes, et mérite en tout cas une discussion plus approfondie.

MAGOT (*Macacus* (*Innuus*) *sylvanus*). — Ce Singe, dont une petite colonie habite le rocher de Gibraltar, a longtemps été considéré comme y ayant été importé de Barbarie. En réalité, c'est tout le contraire. On sait, en effet que les Macaques sont, de tous les Singes, ceux qui s'avancent le plus vers le nord. Ils doivent cette faculté à leur régime omnivore, à leur habitat dans les montagnes et les rochers, et non sur les arbres. C'est ainsi que les *Macacus lasiotis* (Gray) et *M. vestitus* (M.-Edwards), habitent les montagnes neigeuses du Thibet à une élévation de plus de 4.000 m. La paléontologie nous apprend que des Macaques ont vécu en Europe, dans des conditions analogues, aux époques pliocène et quaternaire. On a signalé au moins quatre espèces pliocènes (d'Italie, de France, d'Allemagne et même des Iles Britanniques).

Bien plus, le Magot lui-même a vécu dans les Pyrénées à l'époque quaternaire (HARLÉ). Du sud de la France il s'étendait sur une grande partie de l'Espagne et en Barbarie. C'est à l'époque où le bras de mer de l'Andalousie a été remplacé par le détroit de Gibraltar, que le Magot s'est éteint au nord de la chaîne Bétique, conservant deux colonies au sud de cette chaîne : l'une à Gibraltar, l'autre au Maroc et dans l'Algérie.

Ainsi donc, c'est du nord que le Magot est venu à Gibraltar et même en Barbarie. Ce qui confirme cette manière de voir, c'est qu'il n'y a pas de Macaques dans le reste de l'Afrique, pas même à Tripoli ou en Égypte. Les Singes de ce dernier pays appartiennent aux genres *Papio, Theropithecus* et *Cercopithecus,* et pour retrouver des Macaques il faut aller jusqu'au Cachemire et au nord de l'Inde. De là ils s'étendent jusqu'au Japon.

HERMINE (*Putorius ermineus algiricus*). — L'existence aujourd'hui bien démontrée, en Algérie, d'une sous-espèce de ce petit Carnivore septentrional et même arctique, est une acquisition très intéressante pour cette faune et démontre péremptoirement l'origine européenne de la faune barbaresque.

CHACAL (*Canis anthus*). — Il est assez remarquable que cette espèce, qui se trouve dans le quaternaire d'Algérie (*Canis aureus*

Pomel), n'ait jamais été signalée dans le quaternaire de l'Europe occidentale, alors qu'une espèce très voisine *(C. aureus* L.*)*, vit encore en Dalmatie et en Grèce. Faut-il admettre que la présence du Loup *(C. lupus spelæus)* ait suffi pour bannir le Chacal de cette région ?

GENETTE *(Genetta afra)*. — L'espèce de Barbarie diffère très peu de celle de France *(G. vulgaris)*, qui remonte au nord jusque dans le département de l'Eure, et, d'après MATSCHIE, l'espèce d'Espagne est identique à celle du Maroc. Ici, nous avons affaire à un genre franchement africain, de telle sorte que le cas est tout l'opposé de ce que nous avons démontré pour le Magot. On peut se demander si la Genette n'a pas été importée en Espagne, et même dans le sud de la France, comme animal domestique et n'y est pas redevenue sauvage, se propageant peu à peu vers le nord. On sait que cet animal est souvent élevé dans les maisons à la manière des Chats, pour faire la chasse aux Souris. Au moyen âge et même plus récemment on en voyait beaucoup à Constantinople, apportés évidemment d'Asie Mineure, et appartenant, d'après MATSCHIE, à l'espèce type du genre *(Genetta genetta* [L.]*)*.

La paléontologie pourrait lever cette difficulté. Or la Genette n'a jamais été signalée, en France ou en Europe, dans les couches quaternaires, et une seule espèce fossile *(G. plesictoïdes* Bate), de l'île de Chypre, est rapportée à ce genre. Reste à savoir si, parmi les espèces du pliocène de France rapportées au genre *Viverra*, il n'en est pas quelqu'une qui se rapprocherait plutôt du genre *Genetta?*

Dans tous les cas, l'absence des débris de cet animal dans les alluvions quaternaires, donne beaucoup de poids à l'opinion qui la considère comme une espèce introduite en Europe à une époque relativement récente.

MANGOUSTE *(Herpestes ichneumon)*. — Ce que nous venons de dire de la Genette, s'applique aussi à la Mangouste qui pénètre beaucoup moins loin en Espagne que l'espèce précédente. On l'élève aussi dans les habitations, à l'état de semi-domesticité, pour faire la chasse aux Souris et aux Serpents. Elle a donc pu être importée en Espagne par les Arabes.

Plusieurs espèces du même genre sont signalées, à l'état fossile, dans le miocène de France; mais elles ont disparu avant la fin du pliocène : on n'en trouve pas dans le quaternaire.

CHAT GANTÉ *(Felis libyca)*. — Cette espèce qui est la souche prin-

cipale, sinon unique, du Chat domestique, a vécu dans le sud de l'Europe continentale à l'époque quaternaire. Une sous-espèce (*F. libyca sarda* Lataste), vit encore en Sardaigne et même en Toscane (*F. mediterranea* Barret-Hamilton). C'est probablement à la même sous-espèce qu'il faut rapporter les « *F. caffra* » et « *F. caligata* » signalés dans le quaternaire d'Europe (Espagne, France sud, Belgique, Angleterre), le « *Felis catus magna* » de Schmerling (Belgique), et le « *Felis ferus* » de Serres (Montpellier).

Gundi (*Ctenodactylus gundi* et *Massoutiera mzabi*). — Ces deux Rongeurs sont très intéressants, car ils se rapportent à un petit groupe, africain à l'époque actuelle, mais qui a des affinités si nettes avec les Rongeurs sud-américains de la famille des *Octodontidae*, qu'ils semblent égarés sur l'Ancien Continent. Trois autres genres (*Pectinator*, *Petromys* et *Thryonomys*), représentent ce groupe dans l'Afrique sud saharienne. Mais ces Rongeurs ont pénétré encore plus au nord, car les genres *Pellegrinia* (du quaternaire de Sicile) et *Ruscinomys* (du pliocène de la France méridionale), appartiennent à cette même famille des *Ctenodactylidae*.

C'est probablement à l'époque éocène, alors qu'un vaste pont continental reliait le Brésil à l'Afrique occidentale, que ces Rongeurs ont émigré dans la région éthiopienne, en même temps que le *Mæritherium* et les autres grands Ongulés que l'on considère aujourd'hui comme les ancêtres des Eléphants modernes.

Moufflon a manchettes (*Ammotragus lervia*). — Ce type assez isolé dans la sous-famille des *Caprinae*, était représenté en Europe à l'époque quaternaire par une espèce ou sous-espèce distincte (*A. lervia magna*) dont on a trouvé les débris fossiles au pied des Pyrénées.

Considérations économiques.

Animaux utiles et nuisibles.

Le Magot vient de temps en temps piller les jardins et les vergers, mais il n'est pas assez répandu en Algérie pour qu'il puisse être très nuisible. On ne sait s'il est plus commun au Maroc.

Le Lion était, il y a un demi-siècle, encore assez commun en Algérie pour être dangereux pour les animaux domestiques et l'Homme lui-même. La guerre d'extermination qu'on lui a faite a débarrassé les indigènes et les colons de ce terrible voisin. D'après le relevé officiel des primes accordées pour sa destruction, en 1880

on a tué 16 Lions ou Lionnes ; en 1881, un Lion et 5 Lionnes ; en 1882, 3 Lions et 1 Lionne. Depuis quelques années, il n'en est plus question, ce qui fait supposer qu'il n'en reste plus. Cependant comme il n'existe aucune barrière naturelle entre l'Atlas algérien et l'Atlas marocain, on peut toujours craindre un retour offensif de ce dangereux Carnivore, qui est encore assez commun, paraît-il au Maroc. — Il est à noter que de 1873 à 1884, alors qu'on avait tué 173 Lions dans le département de Constantine et 29 dans celui d'Alger, on n'en avait tué aucun dans celui d'Oran, ce qui ne prouve pas que l'espèce y était déjà éteinte.

La Panthère, par contre, est encore assez répandue en Algérie et en Tunisie, et malgré sa taille moindre elle est presqu'aussi dangereuse que le Lion, surtout pour les animaux domestiques, car elle ne craint pas de s'introduire, par la moindre fissure, jusque dans les étables, à la faveur de la nuit. D'après le relevé officiel des primes, le chiffre des Panthères adultes ou jeunes tuées en Algérie, a été de 112 en 1880 ; 71 en 1881, et 48 en 1882. De 1873 à la fin de 1884 (onze ans), on en a tué 1214, dont 152 dans le département d'Oran, 262 dans celui d'Alger, et 704 dans celui de Constantine.

Le Guépard, ou Léopard chasseur peut, comme on le sait, être dressé pour la chasse à la Gazelle. On ne l'élève pas en domesticité, mais on le capture lorsqu'il est encore jeune et on assouplit son caractère sauvage par des privations. Lorsqu'il est dressé, on lui couvre les yeux d'un capuchon ou d'un bandeau. L'Arabe le porte en croupe ou en travers sur le devant de sa selle, et lorsque l'on est en vue d'un troupeau de Gazelles, lui enlève son capuchon. Le Guépard, dont la vitesse est supérieure à celle des meilleurs Levriers, s'élance à la poursuite du plus beau mâle du troupeau et le force à la course, le terrasse et le maintient jusqu'à l'arrivée de son maître qui a suivi au galop.

Le Caracal, espèce plus petite, mais également haut montée sur jambes, peut aussi être dressé à la chasse, bien qu'on s'en serve plus rarement.

La Hyène a été considérée tantôt comme utile, car elle se nourrit de cadavres et débarrasse ainsi la surface du sol des charognes en putréfaction, tantôt comme nuisible parcequ'elle s'attaque souvent aux Chiens et aux jeunes animaux domestiques, quelquefois même aux Anes. Mais elle est trop pusillanime pour s'attaquer à l'Homme qui la met facilement en fuite avec un simple bâton.

Le Chacal, les Renards et les autres Carnivores de plus petite taille sont encore moins redoutables et ne s'attaquent guère qu'aux poulaillers.

Le *Canis lupaster*, s'il existe réellement en Barbarie, serait plus dangereux : il a presque la taille du Loup.

La Mangouste, qui détruit les petits Rongeurs, les Serpents et leurs œufs doit être considérée comme un animal utile. On sait qu'elle était un des animaux vénérés par les anciens Égyptiens.

Les Chiroptères et les Insectivores sont des Mammifères très utiles dans un pays comme l'Algérie, où les Insectes pullulent.

Les Rongeurs, au contraire, sont nuisibles à l'agriculture et à l'horticulture. Cependant, ils ne semblent pas assez nombreux pour causer des dégats comparables à ceux que certaines espèces de Campagnols, en se multipliant outre mesure, ont causé récemment en France.

Les Lièvres dont on distingue trois ou quatre espèces, les Gazelles (quatre ou cinq espèces), sont surtout intéressants pour les chasseurs. Le Moufflon à manchettes est un animal de plus grande taille, et comme il habite les montagnes, sa chasse est plus mouvementée et plus dangereuse.

L'Éléphant d'Afrique (*Elephas africanus*), qui figure, comme nous l'avons vu dans la faune quaternaire de l'Algérie, y vivait encore du temps des Romains; bien plus, il avait été domestiqué par les Numides et par les Carthaginois, qui, dans leurs armées, les opposèrent plusieurs fois aux Éléphants d'Asie que les Romains avaient pris aux Perses et aux Égyptiens. Dans son *Histoire militaire des Éléphants* (1843), Armandi a fixé l'époque approximative de l'extinction de cette espèce en Barbarie. D'après Solin, les Éléphants sauvages existaient encore dans la Mauritanie tingitane (Tanger) au III[e] siècle de notre ère; mais, d'après Isidore de Séville, on n'en trouvait déjà plus à la fin du VI[e] siècle (1).

Le Sanglier est un animal nuisible, qui ne sort des fourrés marécageux où il se plait, que pour ravager les champs cultivés. Il est encore assez répandu dans toute la Barbarie, partout où il y a de l'eau et des forêts de quelque étendue.

Nous ne dirons rien ici des animaux domestiques (Cheval, Ane, Bœuf, Chèvre, Mouton), qui sortent du cadre de cette faune, et qui

(1) Trouessart, sur l'Éléphant du nord de l'Afrique (*Bull. Soc. Zool. de France*, XXI, 1896, p. 187-193). — Ajoutons que les anciens ne faisaient aucune distinction entre l'Eléphant d'Afrique et l'Eléphant d'Asie, qu'ils considéraient comme une seule et même espèce. Buffon et Linné les confondaient encore.

ont été l'objet d'études très complètes que l'on trouvera dans les publications relatives à la colonisation de l'Algérie. Mais le Dromadaire mérite une mention spéciale.

Le Dromadaire ou Chameau a une bosse (fig. 1), *Camelus dromedarius*, est l'espèce que l'on trouve en Algérie. Comme nous l'avons dit (p. 6), cette espèce a vécu à l'état sauvage, en Barbarie, pendant le quaternaire *(C. dromedarius fossilis)*. Une seconde espèce (*C. Thomasi* Pomel), de la même époque, était plus voisine du Chameau à deux bosses (*C. bactrianus*) d'Asie. Cependant ces deux espèces avaient complètement disparu à l'époque de la conquête de la Numidie par les Romains, car ceux-ci dûrent se servir de Bœufs pour leurs transports. C'est seulement sous les Ptolémées, vers le

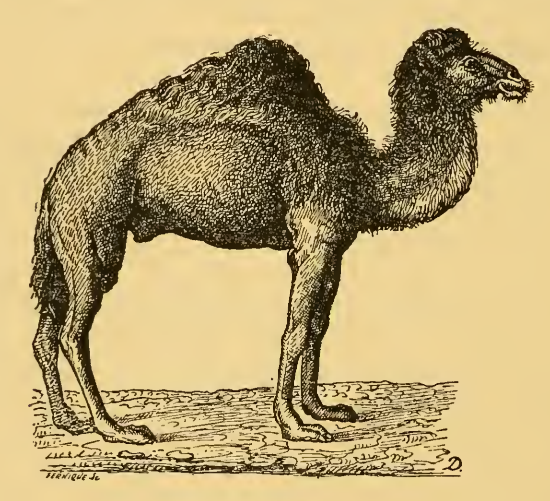


Fig. 1. — Dromadaire (*Camelus dromedarius*), race de charge.

IIIe siècle avant J.-C., d'après les historiens, que le Dromadaire fut réintroduit par la Cyrénaïque. Venait-il de l'Arabie ou du Sahara, par les caravanes qui traversent le désert de temps immémorial ? Le fait reste douteux. On sait par les récits d'Artémidore et de Strabon que le Dromadaire existait en Arabie à cette époque et qu'il était domestiqué par les Arabes. Mais d'autres affirment que les Touaregs, qui sont de race Berbère, avaient des Dromadaires bien avant les Arabes. C'est une question à élucider. Il est très possible que l'espèce éteinte à l'état sauvage en Barbarie se soit conservée domestique dans le Fezzan et le Touat, et ait été ramenée en Barbarie à la fois par le sud et par l'est, dans tous les cas bien

avant la conquête de la Barbarie par les Arabes, au septième siècle de notre ère (1).

De quelques Mammifères sauvages signalés par les voyageurs dans le Sahara et inconnus des naturalistes.

Duveyrier, dans le récit de son voyage (*Les Touaregs du Nord*, 1864), signale les espèces suivantes, qu'il y aurait lieu de rechercher.

L'Akaoka des Touaregs, petit animal noir, à peau très dure, qui se trouve dans les Ouâdi de l'Hakâkôus et du Tassili : il vit sur les arbres et se nourrit de feuilles. Très craintif, il fuit dans les fentes des rochers dès qu'il entend des Hommes s'approcher. Cet animal pourrait bien être un *Daman* du sous-genre *Dendrohyrax*.

Le Tahouri, animal de la taille de la Hyène est plus difficile à déterminer. C'est un Carnivore, de couleur blanche ou noire (?). — Ne serait-ce pas le *Cynhyène*, qui est tacheté de noir sur un fond gris clair?

L'Adjoulé (ou *Loup*), de couleur faune, est probablement le *Canis lupaster*, qui est plus grand que le Chacal ordinaire, plus fort et plus audacieux, puisqu'on l'accuse de s'attaquer à l'Homme, ce que ne fait pas le Chacal d'Algérie.

Nous traiterons plus loin de l'Ane sauvage (ou Onagre).

Bibliographie (2).

1. Shaw, *Voyage dans plusieurs provinces de la Barbarie et du Levant*, I, 1743, p. 307 et suiv.

2. Rozet, *Voyage dans la Régence d'Alger*, 1833, I, p. 243 et suiv.

3. M. Wagner, *Reisen in der Regentschaft Algier*, 1841, III, p. 9, 38, 45 et Atlas.

4. P. Gervais, Sur les animaux vertébrés de l'Algérie *(Ann. Sc. Nat.* (3), X, 1848).

5. Pomel, Note sur la Mammalogie de l'Algérie *(Comptes Rendus Acad. Sc. de Paris,* 1856, p. 652-655).

(1) Les faits suivants confirment cette opinion. On distingue facilement deux races principales de Dromadaires : le Dromadaire de charge ou de bât, importé d'Arabie, à formes lourdes ; et le *Méhari*, Dromadaire de selle, à formes légères, dont se servent les Touaregs, et qui diffèrent autant que le Cheval arabe, ou le pur-sang anglais qui en descend, diffère du *Percheron* (ancien Cheval européen). En outre, le nom de l'animal chez les Berbères et les Touaregs est très différent de celui du Chameau (*Djemel*) chez les Arabes et les nations latines qui l'ont emprunté à la langue arabe.

(2) Les travaux relatifs à la faune des Mammifères, prise dans son ensemble, figurent seuls dans cette liste; les autres seront indiqués à propos de chaque espèce.

6. LOCHE, *Expédition scientifique de l'Algérie, Mammifères*, 1867 (Atlas, par Levaillant).
7. F. LATASTE, Etude de la Faune des Vertébrés de Barbarie (Algérie, Tunisie et Maroc): Catalogue provisoire des Mammifères apélagiques sauvages (*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, XXXIX, 1885, p. 129-289).
8. KOBELT, Die Säugetiere nordafricas (*Der Zool. Gart.*, 1886, p. 169-177;-205-212;-237-243; 321-316).
9. F. LATASTE, Catalogue critique des Mammifères apélagiques sauvages de la Tunisie (*Exploration scientifique de la Tunisie*, Zoologie, Mammifères).
10. E. TROUESSART, Article *Algérie* (Faune), dans *La Grande Encyclopédie*, (1885) I, p. 167.

CATALOGUE RAISONNÉ DES MAMMIFÈRES SAUVAGES DE L'ALGÉRIE, DU MAROC ET DE LA TUNISIE.

Ordre des **PRIMATES**

Genre MACACUS Lacepède, 1799

Sous-genre *Inuus* Is. Geoff., 1812.

Les Macaques sont propres à l'Eurasie avec la Malaisie. L'espèce suivante (la seule du sous-genre à l'époque actuelle) est la seule qui vive en Afrique (voyez les *Généralités*, p. 7-359).



Fig. 2. — Magot (*Macacus sylvanus*).

1. **Macacus sylvanus** L., 1758.

(Le Magot) (fig. 2).

Simia sylvanus Linné, syst. Nat., 1758, 10e Ed., I, p. 25; *S. inuus* L., id. 1766, 12e Ed., I, p. 34; Lataste (**7**), separata, 1885. p. 63; † *fossilis* et *tolosanus* Harlé 1899; † *trarensis* Pomel, 1892; † *proinuus* Pomel, 1897.

Habitat. — Le Maroc, l'Algérie et le rocher de Gibraltar. Ne se trouve pas en Tunisie. A l'époque quaternaire, vivait en Espagne (Calderon) et jusque dans les Pyrénées (Harlé). En Algérie, d'après Lataste, se trouve seulement dans le *Tell* (départements d'Oran, Alger et Constantine) : gorges de la Chiffa, de Palestro, plusieurs points du Jurjura; forêt d'Irilatma; Bougie, défilé du Chabet el-Acra, etc. Dans le Maroc, à Ceuta. Il fait sa retraite sur les rochers les plus abrupts, et n'en descend que pour chercher sa nourriture et boire aux ruisseaux qui coulent au fond des défilés que suivent les routes de cette région. C'est là qu'on peut le capturer. Les Arabes s'en emparent aussi dans les vergers que ces Singes viennent dévaster à la tombée de la nuit.

Ordre des CHIROPTÈRES

Famille des RHINOLOPHIDÉS

Genre Rhinolophus E. Geoffroy, 1803.

Ce genre est répandu dans toutes les régions chaudes et tempérées de l'Ancien Continent (des Iles Britaniques aux Philippines et au sud de l'Australie).

2. **Rhinolophus ferrum-equinum** Schreber, 1775

(Le grand Fer-à-cheval)

Dobson, Catal. of. Chiropt. 1878, p. 120; Lataste (7) sep., 1885, p.; 64; id. (9), 1887, p. 1; ? *Rh. affinis* Loche (6), 1867, sp. 48; *Rh. unihastatus* E. Geoff.

Habitat. — Algérie et Tunisie (assez rare). En Algérie, grotte du cap Aokas, près Bougie; grotte de la Rorfa, près Aumale. En Tunisie, à Fériana. L'espèce s'étend du sud de l'Angleterre et du Harz en Allemagne, jusqu'au Japon et au cap de Bonne-Espérance.

3. **Rhinolophus euryale** Blasius, 1855.

Blasius, Archiv. Naturg., I, 1855, p. 49; Dobson, l. c. 1878, p. 116; Lataste (7) sep., 1885, p. 65; ? *Rh. clivosus* Loche (6) nec Cretzchmar, nec Blasius (1).

Habitat. — C'est l'espèce la plus commune en Algérie : mont Taïa, cap Aokas, Dellys, Palestro. Il est probable qu'elle se trouve au Maroc et en Tunisie. Elle habite aussi le sud de l'Europe notamment la France, où elle remonte au nord jusque dans le département d'Indre-et-Loire (Lataste et Trouessart). L'espèce s'étend sur toute la sous-région méditerranéenne (Egypte et Asie Mineure).

(1) Le *Rh. Blasii*, Peters, 1866 (*clivosus* Blasius, nec Cretzchmar) du S. de l'Europe et de Palestine, signalé dans le « N. de l'Afrique » par Dobson, ne paraît pas se trouver en Algérie, et ne figure pas dans *Fauna of Egypt*, d'Anderson et Winton, 1902.

4. **Rhinolophus hipposideros** Bechstein, 1801.

(Le petit Fer-à-cheval)

Pomel (5), Loche (6), 1867. sp. 46; Lataste (7), sep., 1885, p. 65.

Habitat. — Algérie: Hippone près de Bone; d'après Loche s'étend au sud jusqu'à Laghouat. Au Maroc : Tanger. L'espèce habite l'Europe moyenne et méridionale, de l'Irlande au Caucase et l'Asie Mineure. Plus rare que la précédente en Algérie. Ne se trouve pas en Egypte.

Genre Hipposiderus Gray, 1831.

Phyllorhina, Bonaparte, 1836; Lataste, 1885.

Ce genre est propre aux contrées montagneuses des régions orientales, éthiopienne et australienne; une seule espèce penètre jusque dans le nord de l'Afrique.

5. **Hipposiderus tridens** E. Geoffroy, 1812.

(Le Trident)

Phillorhina tridens Geoffroy 1812; Lataste (7) sep., 1885, p. 65.

Habitat. — Tunisie: El Hamma de Gabès (territoire des Beni-Zid), dans les constructions romaines qui couvrent les sources chaudes. L'espèce est signalée en Egypte, à Aden, et de là jusqu'au Sénégal et au Zanzibar.

Famille des VESPERTILIONIDÉS

Genre Plecotus Geoffroy, 1812.

Ce genre, représenté par une seule espèce, est d'Europe, d'Asie et de l'Afrique septentrionale.

6. **Plecotus auritus** L. 1758.

Loche (6), 1867, sp. 43; Lataste (7) sep. 1885, p. 66.

(L'Oreillard)

Habitat. — Algérie : signalé par Loche à Blidah. L'espèce s'étend depuis l'Irlande jusqu'au Japon et à l'Himalaya ; en Afrique, se trouve en Egypte (1).

(1) La Barbastelle *Synotus barbastellus* Schreber), bien que signalée par Dobson dans l'Afrique septentrionale et en Arabie, n'a pas encore été rencontrée en Algérie non plus qu'en Egypte, où elle n'est indiquée qu'avec doute par Anderson et Winton.

Genre Otonycteris Peters, 1859.

Ce genre, qui n'a que deux espèces, s'étend de l'Algérie à l'Himalaya (Gilgit). La seconde espèce (*Ot. petersi*), est d'Irak-Arabi (ancienne Babylonie).

7. **Otonycteris Hemprichi** Peters, 1859.

Dobson et Lataste, Bull. Soc. Zool. de France, 1880, p. 232, fig. et 237; Lataste (7) sep., 1885, p. 66; Anderson et Winton, Mam. of Egypt, 1902, p. 118, pl. 18.

Habitat. — Algérie: trouvé à Ouargla par Lataste. Bien que dispersée sur une vaste étendue de pays, l'espèce n'est connue que dans deux autres localités : l'oasis Siwah, en Egypte, et Gilgit, dans l'Himalaya.

Genre Vespertilio L., 1758 (nec Keys. et Blas., 1839).

Vesperugo Keyserling et Blasius, 1830; Loche, Lataste, etc.

Sous-genre *Eptesicus* Rafinesque, 1820.

Ce sous-genre, qui comprend des espèces de grande taille (type, *la Sérotine*), est d'Europe, d'Asie et de l'Amérique septentrionale et centrale.

8. **Vespertilio serotinus** Schreber, 1775.
(La Sérotine)

Vesperugo serotinus Keys. et Blas., 1839; Loche (6); Lataste (7) sep., p. 67; *V. noctula* Geoffroy, 1806; *V. murinus* Pallas, 1811.

Habitat. — Citée par Loche en Algérie; mais il est probable qu'il s'agit de la forme suivante *(V. serotinus isabellinus)*, qui d'après Lataste remplace la forme européenne dans toute l'Afrique septentrionale. D'après Dobson, l'espèce s'étend du sud de l'Angleterre à la Sibérie, l'Arabie, l'Inde et le Gabon. On en a distingué récemment plusieurs sous-espèces (*V. gabonensis*, etc).

8 a. **Vespertilio serotinus isabellinus** Temminck, 1827.
(Sous-espèce de la Sérotine)

Vespertilio isabellinus Temminck, Monog. mam., II, 1825-27, p. 205; *Vesperugo isabellinus* Lataste (7) sep., 1885, p. 67; id. (9), p. 2.

Habitat. — Algérie (Laghouat, Chabet-el-Akra entre Sétif et Bougie, grotte du Djebel Thaya près Guelma); Tunisie et Tripoli (ne se trouve pas en Egypte). Signalée dans le Turkestan, en Asie Mineure et en Perse.

Sous-genre *Vespertilio* propr. dit.

Vesperugo des auteurs.

Le type de ce sous-genre est *V. murinus* L., qui est le Chiroptère ordinaire-

ment désigné sous le nom de *V. discolor* Natterer, mais auquel on doit restituer le nom imposé par LINNÉ (1759), transporté à tort au *Myotis murinus* par SCHREBER et les auteurs qui l'on suivi.

Le *Vespertilio innesi* Lataste, d'Egypte, où il remplace l'espèce précédente, appartient à ce sous-genre, mais n'a pas été rencontré en Barbarie.

Sous-genre *Pterygistes* Kaup. 1829.

9. **Vespertilio noctula** Schreber, 1775.

(La Noctule)

Vesperugo noctula Loche (6), 1867, sp. 37; Lataste (7) sep., 1885, p. 70; *V. serotinus* Geoffroy, 1806.

HABITAT. — Algérie, environ d'Alger. S'étend de l'Angleterre à la Malaisie et au sud de l'Afrique. On distingue plusieurs sous-espèces.

Sous-genre *Pipistrellus* Kaup, 1829.

Ce sous-genre renferme presqu'exclusivement des espèces de petite taille, analogues à la *Pipistrelle* d'Europe (1).

10. **Vespertilio Kuhli** Natterer, 1817.

(La Vispipistrelle)

Vesperugo kuhli, Loche (6), 1867, sp. 40, 41, 42; Lataste (7) sep., 1885, p. 70; id., (9), 1887, p. 2; *V. marginatus* Rüppel, 1826; *V. albolimbatus* Kuster, 1835; *V. vispipistrellus* Bonap., 1833: *V. minutus* Loche, 1867.

HABITAT. — Cette espèce méditerranéenne remplace la Pipistrelle en Algérie, en Tunisie, en Tripolitaine et en Egypte. Commune en Algérie dans les trois zones (Tell, Hauts-Plateaux, Sahara). La bordure blanche de l'aile est plus large chez les individus à teintes pâles du Sahara (c'est le *V. albolimbatus* Kuster). L'espèce se trouve déjà dans le sud de la France et s'étend en Asie jusqu'à l'Inde.

Genre MYOTIS Kaup, 1829 ; Miller, 1897.

Vespertilio Keys. et Blas., 1839; Loche, Lataste, etc. (nec Linné 1758).

Sous-genre *Leuconoe* Boic, 1825.

Ce sous-genre est sub-cosmopolite.

(1) DOBSON cite aussi le *V. pipistrellus* Schreber, 1775, d'Algérie, d'après un seul spécimen de Bône (Bull. Soc. Zool., p. 236), confondu par LATASTE dans un lot de *V. kuhli*. L'espèce est dans tous les cas très rare en Barbarie.

11. **Myotis Capaccinii** Bonaparte, 1832.

Vespertilio Capaccinii, Bp., Fauna Ital., 1832, fasc. 20, fig. ; Lataste (7), sep., 1885, p. 74 ; *V. megapodius* Temminck, 1839 ; *V. daubentonii* Ninni (nec Leisler) ; *nec* Siépi, Feuille des Jeunes Naturalistes, 1879 (1).

Cette espèce est bien caractérisée par son pied très grand et son oreillon en forme de yatagan, à pointe recourbée en dehors.

Habitat. — Algérie ; grotte du cap Aokas, près Bougie (Lataste). L'espèce se trouve dans le sud de la France, en Italie, et de là jusqu'aux Philippines.

Sous-genre *Myotis* propr. dit.

Vespertilio des Auteurs.

12. **Myotis emarginatus** Geoffroy, 1810.

(Le Vespertilion échancré)

Vespertilio emarginatus Lataste (7), sep., 1885, p. 75.

Habitat. — Algérie ; Hippone, près Bône (Lataste). L'espèce habite l'Europe moyenne et méridionale ; elle est représentée en Asie par une sous-espèce distincte (*M. emarginatus desertorum* Dobson), du Beloutchistan.

13. **Myotis murinus** Schreber, 1775.

(Le Murin)

Vespertilio murinus Schreber (nec L.) ; Loche (6), 1867, sp. 36 ; Lataste (7), sep., 1885, p. 74 ; id. (9), 1887, p. 3 ; *V. myotis* Bechstein.

Habitat. — Algérie : grottes du Taïa, du cap Aokas, de Dellys, Sétif, Palestro. Tunisie : Gafsa, Fériana, Djebel Gattuna près Hamman-el-Lif. Maroc : Tanger. Commun dans toute la Barbarie. L'espèce est répandue depuis l'Angleterre jusqu'à l'Inde et l'Abyssinie. Elle ne figure pas dans la *Fauna of Egypt* d'Anderson et de Winton.

Genre Miniopterus Bonaparte, 1837.

Ce genre est répandu depuis l'Europe méridionale jusqu'aux Philippines et à l'Australie.

(1) Cette espèce a donné lieu à de nombreuses confusions : ainsi le Chiroptère figuré sous ce nom par Siépi, dans la *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1879, est un *V. Daubentoni*. — Dans ma *Faune des Mammifères de France* (Musée scolaire Deyrolle, 1885), la patte postérieure se trouve figurée sous le nom erroné de *V. Daubentoni*.

14. **Miniopterus Schreibersi** Natterer, 1819.

Loche (6), 1867, sp. 37; Lataste (7) sep., 1885, p. 75.

HABITAT. — Algérie: grottes du cap Aokas et de Dellys; citerne de l'hôpital d'Aumale; très abondant et très répandu dans toute l'Algérie. L'espèce s'étend depuis le sud de la France jusqu'au Japon et à la Nouvelle-Guinée, en Afrique jusqu'à Madagascar. Ne figure pas jusqu'ici dans la faune d'Égypte.

Famille des NOCTILIONIDAE.

Emballonuridae, Lataste.

Sous-famille des **Emballonurinae**.

Genre RHINOPOMA Geoffroy, 1812.

Ce genre est africain et sud-asiatique.

15. **Rhinopoma microphyllum** E. Geoffroy, 1812.

Loche (6), 1867, sp. 44; Lataste (7), 1885, p. 75.

HABITAT. — Algérie (rare ou accidentel). Un seul spécimen signalé par LOCHE comme pris à Laghouat. L'espèce habite l'Égypte, le Kordofan, la Palestine et la Perse.

Sous-famille des **Molossinae**.

Genre NYCTINOMUS E. Geoffroy, 1812.

Ce genre est des régions éthopienne, orientale et australienne, avec une seule espèce qui s'étend jusque dans la sous-région méditerranéenne.

15 *bis*. **Nyctinomus tæniotis** Rafinesque, 1814.

Rafinesque, Précis des Descript. Semiol., 1814; De Winton, Ann. Nat. Hist., 1901, VII, p. 37; *N. cestonii* Savi, 1825, Kobelt (8), p. 171; Lataste (9), p. 4 (note du bas de la page).

Cette espèce, bien que figurant dans plusieurs faunes de Barbarie, n'a pas encore été trouvée d'une façon certaine en Barbarie, ni en Egypte (où il existe deux autres espèces du genre). Elle s'étend du sud de la France (1) jusqu'en Chine et d'autre part se trouve en Sicile, en Portugal, et jusqu'à l'île de Madère.

Famille des MACROSCELIDAE.

Tous les représentants de cette famille sont africains. Le genre *Pseudorhynchocyon* est de l'oligocène de France.

(1) Dans ma *Faune des Mammifères de France*, 1885, j'ai figuré cette espèce d'après un exemplaire pris en Suisse, et j'ai annoncé qu'elle devait se retrouver en France. En effet, M. SIÉPI a signalé, en 1889, quatre captures de cette espèce près de Hyères (Var) et de Marseille (*Compte rendu du Congrès international de Zoologie*, Paris, 1889, p. 57).

Genre Macroscelides A. Smith, 1829.

16. **Macroscelides Rozeti** Duvernoy, 1832.

Duvernoy, Mém. Soc. Hist. Nat. Strasbourg, 1832, p. 1 et 2; Loche (6) 1867, sp. 54; Lataste (7) sep., 1885, p. 77; id. (9), 1887, p. 4.

Habitat. — Algérie: région des Hauts-Plateaux et partie du Tell; Oran, Batna, Laghouat, Djelfa, etc. S'étend probablement dans le Maroc. Tunisie: Feriana, Djebel Bou-Hedma, région des Chotts (voyez la sous-espèce suivante). Le genre n'est pas représenté en Egypte, mais seulement plus au sud dans le Somali et l'Abyssinie.

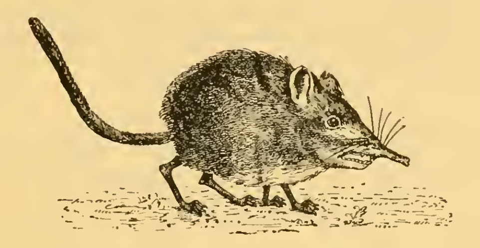


Fig. 3. — Macroscélide (*Macroscelides Rozeti*).

16 a. **Macroscelides Rozeti deserti** Thomas, 1901.

Thomas, Ann. Nat. Hist., 1901, VII, p. 155 (note du bas de la page).

Description. — Semblable au type par la taille, les proportions et la répartition des teintes, mais la couleur générale est celle des animaux du désert, c'est-à-dire la couleur du sable avec une teinte rosée tirant sur la *couleur chair*. La région post-auriculaire et les flancs sont d'une teinte plus claire. (Les exemplaires types de l'espèce, des environs d'Oran, tirent sur le *marron*.)

Habitat. — Djebel Bourzel, près Biskra. Les spécimens de la région des Chotts tunisiens (expédition Roudaire), appartiennent probablement à cette sous-espèce orientale et méridionale.

Famille des ERINACEIDAE.

Les représentants de cette famille habitent l'Europe, l'Asie et l'Afrique.

Genre Erinaceus L. 1758.

17. **Erinaceus algirus** Duvernoy, 1840.

(Le Hérisson d'Algérie)

Erinaceus algirus et *fallax* Dobson, Monog. Insectiv., 1882, p. 12; *E. algirus* Lataste (7) sep., 1885, p. 78; id. (9), 1887, p. 5.

Habitat. — Algérie: Oran, Chabet-el-Acra, Bône, etc. Maroc:

Tanger, etc. Tunisie: Zarzis, Tozzer, etc. S'étend dans la Tripolitaine; remplacée en Egypte par d'autres espèces. Les spécimens signalés en Andalousie avaient probablement été importés d'Algérie ou des îles Baléares, où l'on trouve une sous-espèce distincte (*E. algirus vagans* Thomas, 1901), et non l'*E. europæus hispanicus* d'Espagne.

18. **Erinaceus deserti** Loche, 1858.

Loche, Cat. Mam. Algérie, 1858, p. 20; id. (6), 1867, sp. 56; Lataste (7) sep., 1885, p. 80; id. (9), 1887, p. 5 et 39; Dobson, Mon. Insect., 1882, p. 12; *algirus* Dobson, l. c., 1882, p. 12 (le crâne seulement, mais non les caractères extérieurs).

Habitat. — Algérie: région du Sahara, Ouargla et Laghouat. Tunisie: oasis d'Aram et de Bougrara dans l'Arad; oasis de Tozzer dans le Blad el Djerid; Gafsa, Bir Marabot.

Famille des SORICIDAE (1).

Genre Crocidura, Wagler, 1832.

Ce genre est d'Europe, d'Asie et d'Afrique.

Sous-genre *Crocidura* p. dit.

19. **Crocidura russulus** Hermann, 1780.

(La Musaraigne commune)

Sorex russulus Hermann, Zimm. Geogr. Gesch., 1780, II, p. 382; *araneus* (partim) L., 1766; Schreber, 1775; *Crocidura araneus* Lataste (7) sep., 1885, p. 82; id. (9), 1887, p. 6 partim, (à l'exclusion des spécimens de petite taille de Blidah qui appartiennent à *C. russulus suaveolens*); *C. mauritanicus* Pomel, C.-R. Acad. Sc., 1856, p. 652.

Habitat. — Algérie, Maroc, Tunisie, juqu'au Sahara : paraît assez généralement répandue. Habite l'Europe moyenne et méridionale et l'Asie jusqu'au sud de la Sibérie et le nord de l'Inde. Signalée en Palestine, mais non en Egypte où elle est remplacée par d'autres espèces.

19 a. **Crocidura russulus suaveolens** Pallas (1811), nec Blasius.

Crocidura suaveolens Lataste (7) sep., 1885, p. 85 (à l'exclusion des synonymes *algirus* Levaillant et *pygmæus* Loche); C. *araneus*, part., Lataste (9), 1887, p. 6 et 7 (note).

Cette sous-espèce de petite taille a souvent été confondue avec l'espèce suivante, dont elle diffère par sa formule dentaire qui ne

(1) Les *Sorex vulgaris* L. et *Neomys* (*Crossopus*) *fodiens* Pallas, cités par Loche en Algérie, sans indication de localité, et qui n'ont été vues par aucun voyageur, doivent probablement être rayées de cette faune.

présente que trois prémolaires (au lieu de quatre), comme chez *C. russulus* type.

HABITAT. — Algérie : montagnes des Beni-Sliman près Blidah. Tunisie (par le Dr COSSON). L'espèce est signalée dans le sud de la Russie et en Crimée, d'où provient le type de PALLAS.

Sous-genre *Pachyura* Sélys, 1839.

20. **Crocidura etrusca** Savi, 1822.

Sorex etruscus Coquerel, Ann. Sc. Nat. Zool., 1848, IX, p. 195 ; Gervais, 1854, *Sorex algirus* Levaillant *in* Loche (6), Atlas, pl. 4, f. 2; *Pachyura pygmæa* Loche (6), 1867, sp. 52; *C. suaveolens* p., Lataste (7) sep., 1885, p. 86; id. (9). 1887, p. 6 (sub *C. araneus*).

Cette espèce se distingue de *C. russulus suaveolens* par une petite prémolaire de plus (4 au lieu de 3) à la mâchoire supérieure.

HABITAT. — Algérie, sans indication de localité (COQUEREL, GERVAIS, LEVAILLANT, LOCHE). L'espèce se trouve en Italie, dans le sud de la France et de là jusqu'en Arabie.

Ordre des **CARNIVORES**

Famille des URSIDAE.

Genre URSUS L., 1758.

21. **Ursus arctos Crowtheri** Schinz, 1844; Lydekker, 1897.

Schinz, Synops. Mam., 1844, p. 302; Lataste (7) sep., 1885, p. 113; P. Lydekker Proc. Zool. Soc., 1897, p. 425 ; Busk, Trans. Zool. Soc., X, 1877, p. 73.

L'existence de l'Ours dans les montagnes de l'Atlas est encore douteuse, aucun musée ne possédant de dépouille de cet animal qui n'a pas été revu depuis CROWTHER. Plusieurs espèces habitaient cette région à l'époque quaternaire et ont laissé leurs débris dans les cavernes ; on les a décrites sous les noms de *U. faidherbianus*, *U. pomelianus* Bourguignat et *U. lybicus* Pomel, qui font probablement double emploi les uns avec les autres, aussi bien qu'avec *Ursus Crowtheri*.

HABITAT. — L'espèce a été décrite d'après deux spécimens capturés, en 1834, à Tetuan (Maroc) et dont la description a été communiquée par CROWTHER à BLYTH (P. Z. S., 1841, p. 65).

Famille des MUSTELIDAE.

Sous-famille des *Melinae*.

Genre ZORILLA F. Geoffroy, 1824.

Ce genre est à l'époque actuelle, d'Afrique et de la sous-région méditerranéenne; à l'époque pliocène, il était représenté dans le sud de la France (*Zorilla antiqua* Pomel).

22. **Zorilla lybica** Hemprich et Ehrenberg, 1832.

(Le Zorille)

Ictidonyx Kaup, 1835; *frenata* Sundevall, 1843; *Z. vaillanti* Loche, Rev. et Mag. Zool., 1856, p. 497, pl. 22; *Z. lybica*, Lataste (7) sep., 1885, p. 118; id. (9), 1887, p. 19; Anderson et Winton, Mam. of Egypt, 1902, pl. 37.

HABITAT. — Algérie: sud des trois départements; Djebel Balarat, Biskra, Aïn Oussera, Sud-Oranais; Laghouat. Tunisie : région saharienne. L'espèce se trouve en Egypte et s'étend jusqu'en Abyssinie et dans l'Asie Mineure.

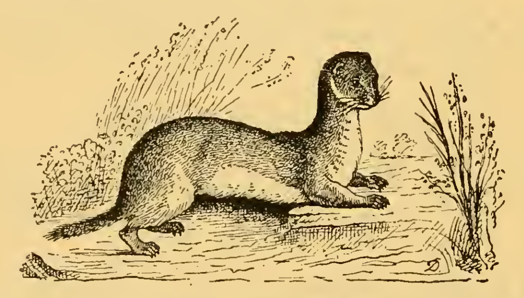


Fig. 4. — Belette d'Algérie (*Putorius nivalis numidicus*).

Sous-famille des *Mustelinae*.

Genre PUTORIUS Cuvier, 1817.

Ce genre est propre aux régions paléarctique et néarctique.

Sous-genre *Arctogale*. Kaup, 1829.

23. **Putorius nivalis numidicus** (1) Pucheran, 1855.

(La Belette d'Algérie) (fig. 4).

Putorius numidicus Pucheran, Rev. et Mag. Zool., 1855, p. 392; *P. africanus* Pomel, 1856 (nec Desmarest, 1818); Lataste (7) sep., 1885, p. 121 (à l'exclusion des

(1) Le *Putorius nivalis* L., est la Belette de Scandinavie, représentée dans l'Europe moyenne par une sous-espèce : *P. nivalis vulgaris* Erxleben, 1777, notre Belette de France.

synonymes : *boccamela* et *subpalmatus*), nec Desmarest; Barret-Hamilton, Ann. Nat. Hist., 1900 v, p. 46.

La Belette d'Europe est remplacée en Algérie par la présente sous-espèce, tandis que *P. nivalis boccamela* (Cetti) est de Sardaigne et des Baléares; *P. nivalis africanus* Desmarest, de l'île Saint-Thomas et des Açores (1) et *P. nivalis subpalmatus* d'Egypte, etc. (Pour les caractères de ces sous-espèces, voyez : Barret-Hamilton, *l. c.*, 1900, V, p. 42-49).

Habitat. — Algérie : Alger, Kouba et Hussein Dey; mont Édough, près Bône. Maroc : Tanger (type de la sous-espèce).

23 a. **Putorius nivalis atlas** Barret-Hamilton, 1904.

Barret-Hamilton, Ann. Nat. Hist., 1904, XIII, p. 313.

Description. — Taille grande, formes robustes. Dessus d'un brun ferrugineux, avec le duvet d'une teinte plus claire. Dessous, sauf la queue, parties internes et inférieures des membres y compris le dessous des pattes antérieures et postérieures presque jusqu'au talon, d'un blanc à peine teinté de jaune. Ligne de démarcation entre les deux couleurs bien marquée et partant de l'angle de la bouche. Le dessus des quatre pieds est blanc jusqu'à 13 ou 11 mm. (suivant qu'il s'agit des pattes antérieures ou postérieures), à partir de la base des ongles. Aux pattes postérieures, la couleur blanche s'étend exactement jusqu'au bord externe de la plante du pied. Queue brune dessus et dessous terminée par un pinceau modérément développé de longs poils plus foncés que le reste. Il n'y a pas de blanc aux oreilles. Longueur du tarse : 42 mm; des oreilles : 21, 5; de la queue (avec touffe terminale) : 98 mm.

Habitat. — Montagnes de l'Atlas au Maroc. Cette forme montagnarde est plus voisine des *P. nivalis ibericus* et *P. n. siculus* par la distribution de ses couleurs, mais s'en distingue par sa grande taille.

24. **Putorius ermineus algiricus** Thomas, 1895.

(L'Hermine d'Algérie) (fig. 5).

Thomas, Ann. Nat. Hist., 1895, XV, p. 451; *P. erminea* var. *africana*, Gray, P. Z. S., 1865, p. 111 (nec *africanus* Desmarest); *africanus* part., Lataste (7) sep. p. 121.

Bien que l'existence de l'Hermine en Algérie ait été signalée par

(1) Voyez : B.-Hamilton, *l. c.*, 1904, XIII, p. 324-325.



Gray dès l'année 1865, tous les auteurs qui se sont occupés après lui de cette faune (Loche, Lataste, etc.), l'ont confondue, faute de matériaux suffisants, avec la Belette, jusqu'au moment où Oldf. Thomas (1895) a démontré que Gray avait raison, et que l'Algérie possédait les deux espèces.

Description. — Plus petite que l'Hermine l'Europe et *à queue remarquablement courte*, mais à extrémité noire. Distribution des couleurs comme dans le type. Dos plus fortement teinté de fauve et ventre plus nettement d'un jaune soufre. Lèvre supérieure, menton et bord des oreilles blancs. Jaune du ventre s'étendant sur la face interne des pattes postérieures jusqu'aux doigts avec la face externe des métatarsiens bruns. Crâne petit, comprimé, avec une boîte cérébrale remarquablement petite et étroite. Tête et

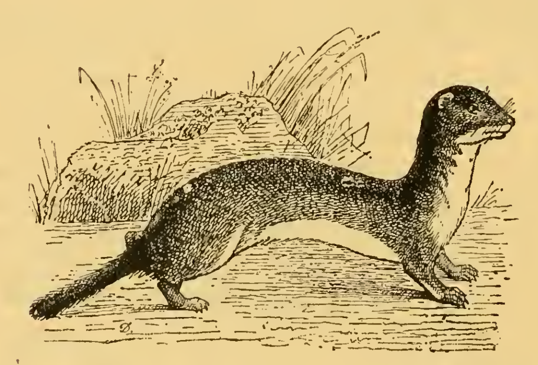


Fig. 5. — Hermine d'Algérie (*Putorius ermineus algiricus*).

corps 205 millim.; queue sans les poils 52 mm., avec poils 76; pied postérieur 31. 5 (Thomas, d'après le type de Gray, au *British Museum*). La brièveté relative de la queue a contribué à la faire confondre avec la Belette. Il est probable qu'elle ne devient pas blanche en hiver.

Habitat. — Algérie : l'exemplaire type, acquis de Parzudaki, est donné comme « des environs d'Alger ». Le type d'Europe s'étend des régions arctiques à la Méditerranée, au Japon et aux monts Himalaya. On sait que l'Hermine est remplacée en Irlande par une espèce parfaitement intermédiaire entre elle et la Belette *(P. hibernicus)*.

Genre Lutra Erxleben, 1777.

Ce genre est cosmopolite à l'exception de la Région Australienne.

25. **Lutra lutra** L.

(La Loutre)

Lutra vulgaris Bonap. 1834; Loche (6), 1867, sp. 22; *Lutra angustirostris* Lataste (7) sep., 1885, p. 115; *L. lutra* Lataste, (9), 1887 p. 18.

Habitat. — Algérie : La Calle, Lac Fezzara, le Rummel près de Constantine; oueds Harrach et Mazafran (département d'Alger), le Sig (Oran), le Chelif (entre Oran et Alger). Tunisie : oued El Kebir. Ne se trouve pas en Egypte où le genre n'est pas signalé, bien que *L. capensis* se trouve en Abyssinie.

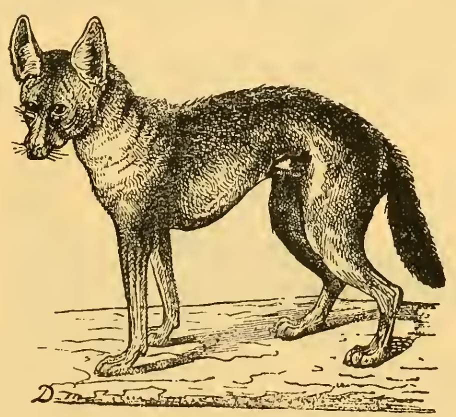


Fig. 6. — Chacal d'Algérie *(Canis anthus)*.

Famille des CANIDAE

Genre Canis L., 1758.

Ce genre est cosmopolite.

Sous-genre *Thos* Oken, 1816.

(Les Chacals)

26. **Canis anthus** F. Cuvier, 1824.

(Le Chacal d'Algérie) (fig. 6).

Canis anthus F. Cuv. Mam., 1824, II, pl. 173 à 175; *aureus* Lataste (7) sep., 1885, p. 90 (nec Linné); id. (9), 1887, p. 7; *anthus* De Winton, P. Z. S., 1899, p. 535.

Habitat. — Algérie et Tunisie : ne dépasse pas au sud le Tell et

les Hauts-Plateaux, mais se retrouve au Sénégal (De Winton). — Le véritable *C. aureus* L., se trouve dans le sud de l'Europe et en Asie (de la Dalmatie à la Birmanie), et les *C. lupaster* Hemp. et Ehrenb. et *C. variegatus* Cretzsch. remplacent les deux précédents en Egypte (Voyez : De Winton, *l. c.*, 1899).

27. **Canis lupaster** Hempr. et Ehrenb., 1833

Hemprich et Ehrenberg, Symbol. Phys., 1833, déc. 22, n° 1 fig.; Anderson et de Winton, Mam. of Egypt, 1902, p. 213, pl. 30.

D'après De Winton (*loc. cit.*, 1902, p. 213 et suiv.), cette espèce existerait aussi en Tunisie. Elle est plus grande que le Chacal ordinaire d'Algérie, d'un roux plus foncé, et ses formes rappellent davantage le Loup d'Europe.

Habitat. — Tunisie (sans indication de localité). Comme nous l'avons dit ci-dessus, l'espèce est d'Egypte et d'Abyssinie.

Genre Vulpes Frisch, 1775.

Ce genre est des régions paléarctique, orientale et néarctique.

Sous-genre *Vulpes* p. dit.

28. **Vulpes vulpes atlantica** Wagner, 1841.

(Le Renard d'Algérie)

Le Renard d'Algérie F. Cuv., Mam., 1839, pl.; *Canis vulpes* var. *atlantica* A. Wagner (3), III, 1841, p. 31, Atlas, pl. 3; *C. algeriensis* et *niloticus* Loche (6), 1867, sp. 3 et 4; *C. niloticus* Lataste (nec Desmarest), (7) sep., p. 91; id. (9), 1887, p. 9.

Habitat. — Algérie et Tunisie où il remplace le Renard d'Europe. Les auteurs modernes (De Winton, etc), en distinguent le Renard d'Égypte (*Vulpes vulpes ægyptiaca* Desmarest; *niloticus* Desmarest, Cretschmar, Hemprich et Ehrenberg) et le Renard à ventre noir (*V. vulpes melanogastra* Bonap.), d'Italie et de Sardaigne, qui constituent deux autres sous-espèces.

29. **Vulpes famelicus** Cretzschmar, 1826.

(Le Renard du Sahara)

Canis (Vulpes) famelicus, Cretzs., in Rüppel, Zool. Atlas, 1826, p. 15, pl. 5; Lataste (7) sep., 1885, p. 93; *niloticus* p., Lataste (9), 1887, p. 9; De Winton, P. Z. S., 1899, p. 546, fig. 8; Anderson et Winton, Mam. of Egypt, 1902, p. 232, pl. 34; *Fennecus famelicus* Trouessart, Catal. Mam., 1897, p. 313.

Cette espèce, bien distincte du Renard d'Europe et de sa sous-

espèce d'Algérie, se reconnait facilement à ses formes grêles, à sa couleur d'un isabelle plus ou moins pâle (couleur du désert), à ses oreilles très grandes.

HABITAT. — Le Sahara algérien et tunisien ; de là s'étend à travers la Nubie et l'Egypte (Le Caire) jusqu'en Palestine, en Perse et en Afghanistan.

Sous-genre *Megalotis* Illiger, 1811 (nec Smith, 1827).

Fennecus Gray, 1826.

30. **Vulpes zerda** Zimmerman, 1783.

(Le Fennec) (fig. 7).

C. cerdo, Gmelin, 1789; Lataste (7) sep., 1885, p. 90; *C. zerda* Lataste (9), 1887, p. 12; *C. Brucei* Desmarest; *C. zaarensis* Gray, 1868.

HABITAT. — Le Sahara algérien et tunisien (Ouargla, Laghouat, Biskra, Ghadamès, etc). L'espèce se trouve dans la haute Égypte, le Senaar et le Kordofan.



Fig. 7. — Fennec (*Vulpes zerda*).

Famille des HYÆNIDAE

Genre HYAENA Brisson, 1756.

Ce genre habite l'Afrique et l'Asie jusqu'à l'Inde; à l'époque quaternaire, il vivait également dans l'Europe moyenne et méridionale

31. **Hyæna hyæna** L., 1758.

(La Hyène rayée)

Lataste (7) sep., 1885, p. 98; id. (9), 1887, p. 13; *H. striata* et *H. vulgaris* des Auteurs.

HABITAT. — Algérie, Tunisie, Maroc : commune dans toute cette région. L'espèce s'étend à travers l'Égypte jusque dans l'Inde et se retrouve au Sénégal. A l'époque quaternaire elle vivait dans le sud de la France (*H. prisca* Marcel de Serres).

32? **Hyæna suilla** Filippi, 1853.

Filippi, Mem. Acad. Torino, XIII, 1853, p. 127, pl. I (crâne); Matschie, Sitzungsber. Gesells. Naturf. Freunde Berlin, 1900, p. 53 et 57.

Espèce douteuse fondée sur l'unique spécimen type de FILIPPI, qui se trouve au Musée de Gênes. MATSCHIE qui l'a examiné récemment, le considère comme distinct d'après ses caractères ostéologiques, qui indiquent un passage entre *H. hyæna* et *H. brunnea*.

DESCRIPTION. — Pelage gris-jaunâtre avec des raies indistinctes sur les flancs, et une crinière dorsale fortement mêlée de noir; menton noir; queue terminée par du brun foncé mêlé de gris-jaunâtre. Pattes avec des raies brunes indistinctes. Museau plus pointu que dans l'espèce précédente. Longueur (de la base postérieure des oreilles à l'anus) : 82 centimètres.

HABITAT. — Tunisie méridionale (Gabès).

Famille des VIVERRIDAE

Genre GENETTA Cuvier, 1817.

Ce genre est africain et de la sous-région méditerranéenne, une espèce remontant jusque dans le nord-ouest de la France.

33. **Genetta afra** F. Cuvier, 1825.

F. Cuvier, Mam., 1825, pl. 195; *Genetta genetta* Lataste (7) sep., 1885, p. 110 (exclus. syn.); id. (9), 1887, p. 17; Matschie, Verh. des Ver. Intern. Zool.-Congr. zu Berlin, 1902, p. 1140.

Dans sa récente monographie (*l. c.*, 1902) MATSCHIE admet comme espèces distinctes au moins cinq formes, décrites successivement par les auteurs sous des noms différents : trois de ces variétés locales se trouvent en Barbarie; nous les indiquons ci-après à titre de sous-espèces. Ce sont :

33 a. **Genetta afra typica** F. Cuvier, 1825.

HABITAT. — Le Maroc et l'Espagne méridionale.

33 b. **Genetta afra bonapartei** Loche, 1857.

Genetta Bonapartei Loche, Rev. et Mag. Zool., 1857, p. 385, pl. 13; *genetta* p., Lataste, 1885; Matschie, *l. c.*, 1902, p. 1139. Les taches sont confluentes en forme de bandes sur le dos, les flancs et la croupe.

HABITAT. — Environs d'Alger (La Bouzarea).

33 c. **Genetta afra barbara** Wagner, 1841. (fig. 8)

Genetta barbara Wagner (3), 1841, p. 29, 62, pl, 5; Matschie, *l. c.*, 1902, p. 1139; *genetta* p., Lataste, 1885.

HABITAT. — Tunisie (Gabès).

Ces trois formes ne diffèrent que par la disposition des taches du pelage, caractère très variable. Il serait nécessaire de comparer un grand nombre d'individus des trois localités (Maroc, Algérie, Tunisie), pour fixer la valeur de ces trois sous-espèces.

Notons en outre que d'après MATSCHIE *(l. c.)*, le type de LINNÉ *(G. genetta)* est d'Asie Mineure; une autre forme *(G. terrae-sanctae* Neum.) est de Palestine; l'espèce n'existe pas en Égypte où elle est remplacée par une espèce bien distincte *(G. dongolana* Hemp. et Ehremb.).



Fig. 8. — Genette de Tunisie *(Genetta afra barbara)*.

Quant aux Genettes d'Europe, MATSCHIE y admet deux espèces ou sous-espèces : *G. vulgaris* Lesson (= *G. rhodanica* Matschie) qui s'étend des Pyrénées au Rhône et, dans le nord, jusqu'au département de l'Eure, et *G. afra* F. Cuv., d'Espagne, cette dernière identique à celle du Maroc. Enfin GRAELLS distingue en outre *G. melas* de la Sierra Morena, et O. THOMAS *G. balearica* des îles Baléares, considérées toutes deux comme sous-espèces de *G. afra* (Voyez, au sujet de la distribution géographique du genre *Genetta*, ce que nous en disons dans l'*Introduction*).

Genre HERPESTES Illiger, 1811.

Ce genre est des régions orientale et éthiopienne, une seule espèce s'étendant jusque dans la sous-région méditerranéenne.

34. **Herpestes ichneumon** L., 1758.

(La Mangouste)

Lataste (7) sep., 1885, p. 112; id., (9), 1887, p. 17; *H. pharaonis*, E. Geoffroy, 1812; *H. numidicus* F. Cuv., 1834; *H. Widdringtoni* Gray, 1842; *H. ichneumon*, Thomas, P. Z. S., 1882, p. 164.

Habitat. — Algérie, Tunisie, Maroc; habite la région du Tell: environs d'Alger, mont Gouraïa à Bougie. L'espèce s'étend à travers l'Egypte jusqu'en Palestine et dans l'Asie Mineure. Elle se retrouve en Espagne (où elle pourrait avoir été introduite par les Arabes?).

Famille des FELIDAE.

Genre Cynailurus Wagler, 1830.

Une seule espèce éthiopienne et orientale.

35. **Cynailurus jubatus guttatus** Hermann, 1804.

(Le Guépard) (fig. 9).

Hermann, Observ. Zool., 1804, p. 38; Matschie, Säng. Deuts. Ost.-Afr., 1895, p. 70, f. 39; Anderson et Winton, Mam. of Egypt, 1902, p. 185; Lataste (7) sep., 1885, p. 100; id. (9), 1887, p. 13.

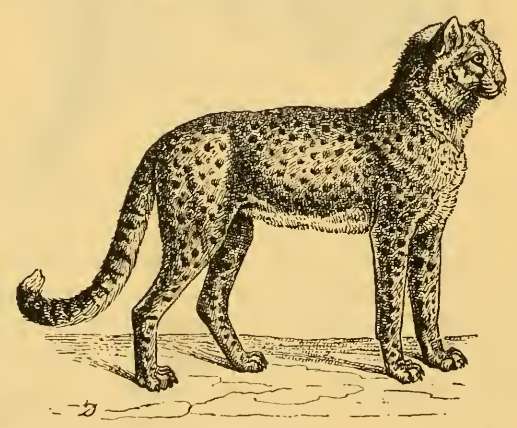


Fig. 9. — Guépard *(Cynailurus jubatus guttatus)*.

On sait que cette espèce est élevée en semi-domesticité par les Arabes qui la dressent à la chasse aux Gazelles. Toutefois cet usage parait inconnu des Arabes de l'ouest et des Touaregs.

Habitat. — Répandu dans tout le Sahara; en Tunisie au sud des chotts. Cette sous-espèce africaine s'étend jusque dans le sud de l'Egypte et dans toute l'Afrique. Le type de l'espèce est de l'Asie méridionale jusqu'à l'Inde.

Genre Felis L., 1758.

Ce genre est cosmopolite à l'exception de la région australienne et de Madagascar.

Sous-genre *Uncia* Gray, 1867; Cope, 1879.

36. **Felis leo** L., 1758.

(Le Lion)

Lataste (7) sep., 1885, p. 102; id., (9), 1887, p. 14.

Le Lion était encore commun dans le nord de l'Afrique à l'époque romaine, et l'on sait qu'il existait dans l'Europe moyenne à l'époque quaternaire. Aujourd'hui il a presque disparu de l'Algérie : en 1880, on en avait tué 16 (mâles et femelles) dans ce pays. Ce chiffre diminue chaque année. En 1881, il s'abaisse à 6, et en 1882 à 4 (trois Lions et une Lionne).

HABITAT. — Algérie : forêt de Guelma, etc. Plus répandu dans le département de Constantine, très rare dans celui d'Oran. Encore commun au Maroc. Tunisie : forêt de Ghardimaou et Souk-Harras; forêts entre Feriana et la Medjerda, etc. L'espèce s'étend jusque dans le sud de l'Afrique, le nord de la Perse et la partie occidentale de l'Hindoustan.

Sous-genre *Leopardus*, Gray, 1867.

37. **Felis pardus** (1) **antiquorum** Griffith, 1827.

(La Panthère de Barbarie)

Griffith, Anim. Kingd., V, 1827, p. 165; *F. pardus* Lataste (7), sep., 1885, p. 103; id. (9), 1887, p. 14; *F. panthera* Matschie (nec Pallas), 1895.

Moins rare que le Lion, la Panthère se trouve encore dans beaucoup de localités d'Algérie. En 1880 on en avait tué 112 (adultes et jeunes); en 1881 ce chiffre s'abaisse à 71; en 1882 à 48.

HABITAT. — Algérie : forêts de la grande et petite Kabylie, Bougie, Djijelli, Guelma, Bône, La Calle, etc. Plus rare en Tunisie : entre Feriana et la Medjerda. Les nombreuses sous espèces, désignées par les voyageurs sous les noms de Panthère ou Léopard (qui sont synonymes) s'étendent jusque dans le sud de l'Afrique et dans l'Asie orientale jusqu'au Japon.

Sous-genre *Zibethailurus*, Severtzow, 1858.

38. **Felis serval** Schreber, 1777.

(Le Serval) (fig. 10 et 11).

Lataste (7), sep., 1885, p. 104; id., (9), 1887, p. 15.

(1) Le type de l'espèce (*F. pardus typica* L.) est considéré par les modernes comme propre à l'Afrique orientale (de la haute Egypte au cap de Bonne Espérance) Le *F. pardus panthera* Pallas est de l'Asie occidentale (Perse, etc).

Habitat. — Algérie, généralement répandu : Bougie, etc. Tunisie : environs de Tunis, Aïn-Draham, etc. S'étend jusqu'en Egypte. Représenté dans le sud de l'Afrique par plusieurs sous-espèces.



Fig. 10. — Tête de Serval, de profil (*Felis serval*)

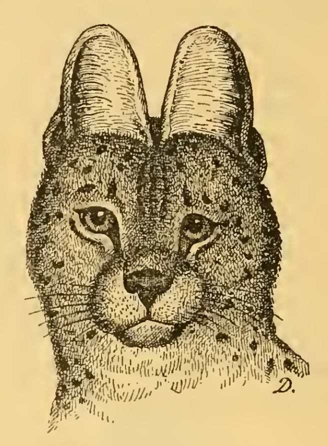


Fig. 11. — Tête de Serval, de face (*Felis Serval*).

Sous-genre *Felis* p. dit.

39. **Felis ocreata** Gmelin 1791 (1).

(Le Chat ganté)

Gmelin, Anh. Bruce Reis., 1791, II, p. 27 (ex « Booted Lynx » Bruce, 1790); Schwann, Ann. Nat. Hist., 1904, XIII, p. 421 ; *F. libyca* (2) Lataste (nec Meyer), (7), sep., 1885, p. 104; Anderson et Winton, Mam. of Egypt, 1902, p. 171, pl. 24 *F. caligata* Pomel, 1856; *F. caffra* p., Lorenz; ? *F. cristata* Lataste (7), p. 107.

Cette espèce, qui se trouve en Egypte, est la souche du Chat domestique. Elle est représentée par plusieurs sous-espèces, en Sardaigne (*F. sarda* Lataste), dans le sud de l'Afrique et l'Asie occidentale. La sous-espèce suivante habite le Sahara algérien.

39 a. **Felis ocreata Marguerittei** (fig. 12) Loche (3).

Felis Margarita Loche, Rev. Zool., 1858, p. 49, pl. 1 ; id. (6), 1867, sp. 19; Lataste (7 et 9).

(1) Le Chat sauvage d'Europe (*Felis catus*) ne se trouve pas en Afrique.

(2) Le nom de *F. libyca* Olivier, 1801, ne peut être conservé à cette espèce, ce nom ayant été appliqué déjà par Meyer (Syst. Zool. Entd. Neuholl. und Afr., 1793, p. 101), à un Chat qui est probablement le Caracal. En tout cas, *F. ocreata* Gm., a la priorité, étant de 1791.

(3) L'espèce étant dédiée au commandant (depuis général) Margueritte son nom doit s'écrire ainsi, et non « *Margarita* » ou « *Margaritae* ».

Forme désertique du précédent, à teintes d'un isabelle très pâle avec quelques barres noires à la base des membres et un ou deux anneaux de la même couleur au bout de la queue.

Habitat. — Sahara algérien (N'gonça). Il est possible que cette forme se retrouve au Sénégal. (Rev. Zool., 1858, p. 382).

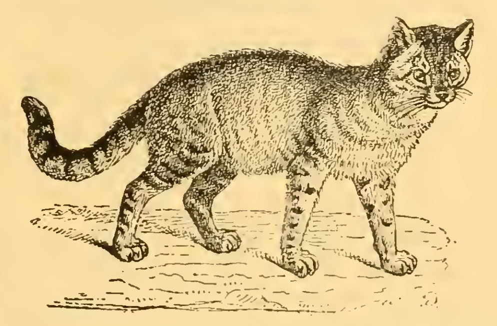


Fig. 12. — Chat ganté (*Felis ocreata Marguerittei*).

Genre Lynx Kerr, 1792

Sous-genre *Caracal*, Gray, 1867.

Les véritables Lynx sont du nord des deux continents. Le s. g. *Caracal* n'a qu'une seule espèce comprenant plusieurs sous-espèces, dont la suivante :

40. **Lynx caracal berberorum** Matschie, 1892.

(Le Caracal de Barbarie) (fig. 13).



Fig. 13. — Tête de Lynx Caracal (*Lynx caracal berberorum*).

Lynx berberorum Matschie, Sitzungsber. Ges. Naturf. Freund. Berlin, 1892, p. 114; Lataste (7) sep., 1885, p. 103; id., (9) 1887, p. 15; Levaillant in Loche (6), Atlas, pl. 1.

Habitat. — Algérie : Laghouat, Haïdra, Tebessa, sur la frontière de la Tunisie où il doit aussi se rencontrer. Le type de l'espèce est d'Egypte, de Palestine. d'Arabie, jusqu'en Perse. D'autres sous-espèces habitent le sud de l'Afrique et l'Inde.

Ordre des **RONGEURS.**

Famille des SCIURIDAE.

Genre Xerus Hempr. et Ehr., 1832.

Sous-genre *Atlantoxerus*, Major, 1893.

Ce sous-genre, assez isolé, n'a qu'une seule espèce propre à la région barbaresque.

41 **Xerus getulus** (Gessner, 1560); L., 1758.

Gessner, Icon. Anim., 1560; Gervais, Mag. Zool., 1842, p. 4; Lataste (7), sep., 1885, p. 126; Pomel, C.-R. Acad. de Paris, 1895, t. 114, p. 153; Thomas, P. Z. S., 1997, p. 947; *trivittatus* Gray, 1842; *prætextus* Wagner, 1845. C'est le seul Ecureuil de la région barbaresque.

Habitat. — Signalée d'abord au Maroc (grand Atlas, à l'est de Marocco et au sud de Mogador; Glarvi, Enzel, Ras et Aïn, Haha, Ecru), cette intéressante espèce n'a pas encore été trouvée en Algérie ni en Tunisie.

Famille des MYOXIDAE.

Genre Eliomys Wagner, 1843.

Le genre *Bifa* Lataste, 1885, n'en diffère pas

42 **Eliomys munbianus** Pomel. 1856.

(Le Lérot d'Algérie)

Pomel, C.-R. Acad. Sc. de Paris, 1856, t. 42, p. 853; Loche (6), 1867, p. 95; Thomas, Ann. Nat. Hist., 1903, XI, p. 196; *quercinus* p., Lataste (7), sep., 1885, p. 127; id. (9), 1887, p. 21.

Le Lérot d'Algérie est considéré par O. Thomas (*l.c.*, 1903) comme une espèce distincte de celui d'Europe (*E. quercinus*). On en distingue, à titre de sous-espèces, les deux formes suivantes.

Habitat. — Algérie occidentale (Oran) et le Maroc (Tanger).

42 a. **Eliomys mumbianus lerotinus** Lataste, 1885.

Bifa lerotina Lataste, le Naturaliste, 1885, p. 61; id. (7), sep., 1885. p. 128; Reuvens, Myoxidæ, 1860. p. 73; Thomas et Trouessart, Bull. Soc. Zool., 1903, p. 172; Thomas, Ann. Nat. Hist., 1903, XI, 495.

Les caractères dentaires sur lesquels Lataste avait fondé le

genre *Bifa*, ne sont pas constants et se retrouvent chez *E. munbianus* type.

Habitat. — Région saharienne du Maroc et de l'Algérie ; Maroc : Rio de Oro ; Algérie : Ghardaïa Mzab.

42 b. **Eliomys munbianus tunetae** Thomas, 1903.

E. lerotinus tunetae, Thomas, Ann. Nat. Hist., 1903, XI, p. 195, Thomas et Trouessart, Bull. Soc. Zool., 1903, p. 172 ; *quercinus* p., Lataste (7) sep., 1885, p. 129 ; in., (9), 1887, p. 21.

Description. — Taille du précédent avec la queue presque entièrement noire sauf la pointe extrême. De couleur fauve rappelant *E. quercinus*, avec les joues et le dessous d'un blanc crémeux sans démarcation nette sur les flancs ; pieds d'un blanc crémeux. Ligne foncée des côtés de la face étroite. Oreilles moyennes. Queue assez courte, touffue à son extrémité, peu distique, grise à sa base, tiquetée de noir, le reste d'un noir foncé dessus et dessous sauf les poils terminaux qui sont blancs ou annelés de blanc. Cette forme a souvent été prise pour *E. melanurus* Wagner, qui habite la Palestine et le Sinaï et qui a les oreilles plus grandes.

Habitat. — Tunisie et régions voisines de l'Algérie. Deux spécimens de la collection Lataste provenant de Bône sont de cette sous-espèce. En Tunisie : Karouana, Bargou.

Famille des MURIDAE.

Sous-famille des *Gerbillinae*.

Cette sous-famille est des régions orientale et éthiopienne et de la sous-région méditerranéenne s'étendant jusque dans le sud de la Russie.

Genre Gerbillus Desmarest, 1804.

Sous-genre *Gerbillus*, prop. dit. (1)

43. **Gerbillus hirtipes** Lataste, 1881.

Lataste, le Naturaliste, 1881, p. 506 ; 1882, p. 21 ; id. (7) sep., 1885, p. 136 ; id. (9) 1887, p. 23.

Cette espèce est le représentant algérien de *Gerbillus gerbillus* d'Égypte.

Habitat. — Sahara algérien : Bamendile près Ouargla ; Nefta,

(1) C'est par erreur que dans le *Supplementum* au *Catalogus Mammalium*, (1904, p. 355), le *G. hirtipes* a été classé dans le sous-genre *Tatera*.

région des puits artésiens (oued Rhir) entre Biskra et Tougourd. Tunisie : Nefta, Tozeur, el Oudiane (près Tozeur), Gafsa. D'après LATASTE s'étendrait jusqu'en Égypte (où elle n'est pas signalée par ANDERSON et de WINTON mais remplacée par *Gerbillus gerbillus* Olivier, qui se trouve déjà à Tripoli).

44. **Gerbillus Latastei** Thomas et Trouessart, 1903.

Thomas et Trouessart, Bull. Soc. Zool., 1903, p. 172.

DESCRIPTION. — Cette espèce est bien distincte par sa couleur vive, d'un *rose orangé*, ou isabelle teinté d'incarnat. Elle est voisine de G. *Eatoni* Thomas, de Tripoli, par ses proportions et ses pieds courts, mais la région faciale de son crâne est plus allongée. Une tache sur l'œil, une autre derrière l'oreille et le dessous d'un blanc pur. Les poils sont gris à leur base sauf ceux des parties blanches. Queue de la couleur du dos en dessus, blanche dessous, avec une petite touffe brune à sa pointe. (*G. Eatoni* est d'un isabelle tirant sur le jaune (*flavus*), couleur de sable).

Dimensions en millim : tête et corps : 97 ; queue : 110 ; patte postérieure : 27, 5 ; oreille : 12.

HABITAT. — Tunisie méridionale : Kébili, à l'est du chott Djerid.

Sous-genre *Hendecapleura*, Lataste, 1882.

45. **Gerbillus garamantis** Lataste, 1882.

Lataste, le Naturaliste, 1881, p. 506 ; 1882 ; id. (7), sep., 1885, r. 141 ; *campestris* Loche (6), 1887, sp. 18 (nec Levaillant).

Cette espèce, de petite taille comme *G. campestris* Levaill., s'en distingue par sa queue plus longue, ses oreilles plus petites et plus minces, ses membres plus délicats, ses teintes plus brunes et plus rousses, son poil plus long et plus fin, et par ses caractères subgénériques.

HABITAT. — Sahara algérien : Ouargla.

Sous-genre *Dipodillus*, Lataste, 1881 (1).

Petites espèces environ de la taille de la Souris.

46. **Gerbillus campestris** Levaillant (1855) nec Loche (1867).

G. campestris Levaillant (6), Atlas, pl. 5, f. 2 (1) ; ? *gerbei*, *minutus* et *deserti*

(1) D'après O. THOMAS (P. Z. S., 1902, p. 8), *G. chamærops*is Levaill., *l. c.*, pl. 5, f. 1, est un véritable *Mus*, ayant des incisives lisses, et non une Gerbille.

Loche (6), 1867, sp. 69, 70, 72; *campestris* Lataste, Le Natural., 1881, p. 497; id (7), sep., p. 142; id. (9), 1887, p. 24.

Habitat. — Algérie: Tell et Hauts-Plateaux; plage d'Hussein-Day près Alger; Sétif, Aumale, Philippeville, Oran, etc. Maroc: Tanger. Tunisie: Tamezret dans les montagnes des Matmata, et ruines de Tamesmida entre Feriana et Tebessa; Sousse. C'est l'espèce la plus commune en Barbarie où on la confond facilement avec la Souris. Les spécimens de Tunisie observés par Lataste appartiennent peut-être, au moins en partie, à l'espèce suivante.

47. **Gerbillus Dodsoni** Thomas, 1902.

Thomas, P. Z. S., 1902, p. 7; Thomas et Trouessart, Bull. Soc. Géol., 1903, p.173.

Description. — Semblable à *G. campestris* Levaill, mais plus grande, ayant plus nettement la couleur du désert, et la queue plus longue avec une touffe terminale plus fournie. Pelage plus long et plus doux, d'un fauve couleur de sable et sans taches oculaire et post-auriculaire blanches. Dessous blanc, moins nettement séparé sur les flancs que chez *G. campestris*. Oreilles moyennes, nues, gris clair. Pieds blancs à sole nue, avec 6 tubercules aux pattes postérieures. Queue très longue, fortement touffue dans sa moitié postérieure, les poils terminaux ayant 15 mm. de long; fauve couleur de sable à sa base, blanche dessous, la touffe terminale brune dessus, blanc sale dessous. Tête et corps: 101 mm.; queue: 143; tarse: 28 (varie de 26 à 29); oreille: 15.

Habitat. — Tripoli (Aïn Hammam), mais se trouve aussi en Tunisie et en Algérie, où Lataste ne l'a pas distinguée du vrai *G. campestris* (ce dernier est seulement du Tell et des côtes de la Barbarie, de Philippeville à Mogador, au Maroc). Au sud de l'Atlas, dans le Sahara, notamment à Biskra, *G. campestris* est remplacée par la présente espèce. En Tunisie, elle se trouve à Bargou (1380 m. d'altitude), dans le massif montagneux de la Tunisie centrale.

48. **Gerbillus Simoni** Lataste, 1881.

Le Naturaliste, 1881, p. 499, 506; 1882, p. 126; Bull. Soc. d'Acclimat., 1883, p. 369; Lataste (7), sep., 1885, p. 143.

Cette petite espèce est encore plus facile que *G. campestris* à

confondre avec la Souris. Elle se reproduit facilement en captivité, même en France (LATASTE, *l.c.*, 1883).

HABITAT. — Algérie : Hauts-Plateaux ; Oued Mangra, entre Msila et Barika, région du Hodna.

Genre PACHYUROMYS Lataste, 1880.

49. **Pachyuromys Duprasi** (fig. 14) Lataste, 1880.

Lataste, le Naturaliste, 1880, p. 126, 313 ; 1882, p. 126 ; La Nature, 1882, p. 19, p. 113 avec fig. ; id. (17) sep , p. 136.

Cette espèce est bien caractérisée par sa queue courte, en massue et presque nue. Une seconde espèce (*P. auricularis* Smith), habite le sud de l'Afrique.

HABITAT. — Sahara algérien : Laghouat, Ouargla, Hodna, Bou-Saada.



Fig. 14. — Pachyuromys de Dupras (*Pachyuromys Duprasi*).

Genre MERIONES Illiger, 1811.

50. **Meriones Shawi** (fig. 15) Rozet, 1833.

Rozet (3), 1833, 1, p. 243 ; Lataste, Le Naturaliste, 1882, p. 107 ; id. (7) sep., 1885, p. 144 ; (9), 1887, p. 27 ; id., P. Z. S., 1884, p. 94, pl. VII ; *M. robustus* Wagner, 1841 ; *M. selysi* Pomel 1856 ; *Psammomys obesus* Loche (nec Cretschmar), (6), 1867 ; Var. *albipes*, *ausiensis*, *laticeps*, *longiceps* et *crassibulla* Lataste, Le Natural., 1882, p. 77, 94, 101, 107, et (9), 1887, p. 27.

Cette espèce, de forte taille, varie beaucoup sans que l'on ait pu encore établir un rapport exact entre les variétés de pelage et celles que LATASTE a signalées d'après les caractères ostéologiques.

HABITAT. — Algérie : les trois départements (Oran, Mostaganem, Mascara, Constantine, Chélif, Boghar, Sétif, Aumale, Msila, Tébessa, etc). Tunisie : Métameur, Gafsa, Kebili, Taferma, Tamesmida, etc. L'espèce s'étend jusque dans la Tripolitaine. Elle est remplacée en Egypte par une sous-espèce distincte (*M. Shawi melanurus* Rüppel) qui s'étend jusqu'en Palestine et en Arabie.

51. **Meriones Shousboei** Loche, 1867.

Loche (6), 1867, sp. 66 ; Thomas, P. Z. S., 1902, p. 9 ; *M. erythrurus*, p., Lataste (nec Gray), Le Naturaliste, 1882, p. 127 ; P. Z. S., 1884, p. 96, fig. 4-6 ; id. (7) sep., 1885, p. 149 ; *M. getulus* Lataste, Le Naturaliste 1882, p. 83 ? ; *M. Renaulti* Loche (6), 1867, sp. 67.

Espèce voisine de *M. Shawi* et très difficile à en distinguer par les seuls caractères extérieurs (O. Thomas). Le crâne de la présente espèce est caractérisé par ses bulles auditives très développées et saillantes en arrière.

Habitat. — Algérie : Hauts-Plateaux (Hodna, Msila, Ras-Nili, Messad), Sahara (Tilremt, entre le Mzab et Laghouat). Tunisie : région des Chotts, Gafsa, etc. S'étend dans la Tripolitaine. N'est pas signalée en Egypte, mais est représentée, en Asie, par *M. erythrurus* Gray (de Perse), avec laquelle Lataste la considérait comme identique.



Fig. 15. — Mérione de Shaw (*Meriones Shawi.*)

52. **Meriones Trouessarti** Lataste, 1882.

Lataste, Le Naturaliste, 1882, p. 69 ; id. (7), 1885, sep., p. 146.

Espèce à formes ramassées et robustes, à allures arvicoliennes.

Habitat. — Algérie : région des Hauts-Plateaux (Bou-Sàada, dans le sud du département d'Alger ; oued Magra, département de Constantine).

Genre Psammomys Cretschmar, 1828.

Meriones, p., Lataste, 1885.

53. **Psammomys algiricus** Thomas, 1992.

Psammomys obesus, p., Lataste (nec Cretschmar), (7) sep., 1885, p. 147 ; (9), 1887, p. 28 (à l'exclusion du synon. : « *Roudairei* ») ; *robustus* Loche 1858 ; *Savii*, Loche et Levaill. (6), sp. 62 et Atlas, pl. VI ; *Ps. algiricus*, Thomas, Ann. Nat. Hist., 1902, IX, p. 364 ; Thomas, et Trouessart, Bull. Soc. Zool., 1903, p. 174.

Description. — Taille grande. Couleur isabelle foncé (couleur de sable). Les flancs sont teintés de jaune, le ventre plus pâle. Joues d'un blanc jaunâtre, contrastant avec la couleur fauve plus foncée du front et du museau. Queue d'un fauve foncé avec le pinceau peu développé et noirâtre. Dimensions : Tête et corps ; 151 mm ; queue : 125 ; tarse : 33 ; oreilles : 13. C'est la forme décrite par Lataste sous le nom de *Ps. obesus* (spécimens de grande taille) ; mais d'après O. Thomas, les spécimens de petite taille *(Ps. Roudairei)*, constituent une espèce distincte (voyez ci-après).

Habitat. — Algérie : le type de Thomas est de Biskra. L'espèce serait propre à la région des Hauts Plateaux (Hodna) ; Tunisie : Gafsa, Kébili, etc. Cette espèce, de grande taille et de couleur foncée, est remplacée dans le Sahara par la suivante, plus petite et de couleur claire, et en Tripolitaine par *Ps. tripolitanus*, de taille intermédiaire. Quant au vrai *Ps. obesus*, il se trouve en Egypte.

54. **Psammomys Roudairei** Lataste, 1881.

Lataste, Le Naturaliste, 1881, p. 492 ; O. Thomas, P. Z. S., 1902, p. 10 ; *Ps. obesus* p. Lataste (7), sep., 1885, p. 147 ; id. (9), 1887, p. 28.

Il faut rapporter à cette espèce les spécimens de petite taille et d'un *« roux vif »* signalés par Lataste dans le Sahara algérien, et ceux provenant de la région des chotts tunisiens qui sont les types de l'espèce (les jeunes sont, comme d'ordinaire, d'un jaunâtre foncé, assez différent de la couleur vive des adultes).

Habitat. — Sahara algérien : Laghouat, etc. Tunisie : région des chotts (expéditions Roudaire). S'étend dans la Tripolitaine.

Sous-famille des *Murinae*

Genre Mus L., 1758.

Sous-genre *Epimys* Trouessart, 1881.

55. **Mus norwegicus** Erxleben, 1777.

(Le Surmulot)

Mus decumanus (Pallas, 1778), Lataste (7) sep., 1885, p. 134 ; id. (9), 1887, p. 21.

Cette espèce cosmopolite n'est pas originaire de la Barbarie où elle a été introduite, dans les temps modernes, par les navires.

Habitat. — Algérie et Tunisie (dans les ports du littoral et dans le Tell ; ne paraît pas pénétrer très loin au sud).

56. **Mus rattus** L., 1758.

56 a. **Mus rattus alexandrinus** F. Geoffroy, 1812.

(*Le Rat noir* et *Le Rat d'Alexandrie*)

Lataste (7) sep., 1885, p. 134 ; id. (9), 1887, p. 22 ; Loche (6) et Levaillant, Atlas, pl. 4, f. 3.

Espèce d'introduction beaucoup plus ancienne, surtout la variété *alexandrinus*, plus commune dans la région méditerranéenne. Cette variété fauve se trouve jusque dans les oasis sahariennes, où on la désigne sous le nom de *Rat des Palmiers* parce qu'elle niche au sommet de ces arbres.

Habitat. — Algérie et Tunisie. La variété noire est signalée à Rovigo et dans toute l'Algérie. La variété fauve, plus commune, pénètre jusque dans le Sahara.

Sous genre *Mus* p. dit.

57. **Mus musculus** L., 1758.

(*La Souris*)

Lataste (7) sep., 1885, p. 135 (exclue la synonymie) ; (9), 1887, p. 22 (excl. syn.);

Cosmopolite comme les deux précédentes, cette espèce habite surtout les villes et les habitations de l'Homme. On en distingue, à titre de sous-espèces, les formes à teintes claires (fauves ou rousses), qui habitent les champs et les jardins et se rencontrent plus rarement dans les habitations (voyez ci-après).

Habitat. — Algérie et Tunisie : commune partout.

57 a. **Mus musculus gentilis** Brants, 1827.

Brants, Muizen, 1827, p. 126 ; *M. hortulanus* Nordmann, Arch. Naturg., 1840, I, p. 330 ; id. Voy. de Demidoff, 1842, III, p. 45, pl. IV, f. 1 ; *M. musculus*, p., Lataste (7 et 9) ; Thomas, P. Z. S., 1889, p. 86 ; *M. bactrianus* Blyth, 1846 ; Lataste, Act. Soc. Linn. Bord., 1883, p. 15, fig. 3, 4 (separata).

Semblable à la Souris, mais à pelage fauve teinté de roux (et non gris), avec le ventre blanc, nettement séparé sur les flancs.

Habitat. — Algérie et Maroc. Signalée dans le Sahara (Tougourt) par Lataste, cette forme a un habitat très étendu, puisqu'elle se se retrouve en Egypte, en Perse, dans le Caucase, la Russie méridionale, la Hongrie, et à l'est jusque dans l'Inde.

57 b. **Mus musculus spretus** Lataste, 1883.

Mus spretus Lataste, Act. Soc. Linn. de Bordeaux, 1883, t. 37, p. 27 ; sep., p. 20 f. 5, 6 ; id. (7), 1885, p. 135.

Semblable, par la teinte de son dos, à *M. sylvaticus*, mais à tarses et oreilles courtes, et le dessous d'un gris brunâtre passant au blanchâtre sale à la pointe des poils. Pas de ligne de démarcation tranchée entre le roux du dos et le gris du ventre. Queue plus courte et plus grêle que chez *M. musculus* et *M. bactrianus*, mais nettement bicolore, brune dessus, grise dessous. Pieds d'un jaune grisàtre, nus en-dessous.

HABITAT. — Algérie (région des Hauts Plateaux, oued Magra, entre Msila et Barika, au nord du chott de Hodna). Une troisième forme (*M. musculus orientalis* Cretzchm.), signalée en Egypte et à Tripoli, se trouve peut-être en Tunisie (voyez : THOMAS et TROUESSART, *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1903, p. 174), mais les spécimens que nous avons eus entre les mains sont trop jeunes pour permettre une détermination exacte.

58. **Mus sylvaticus algirus** Pomel (nec Loche), 1856.

(Le Mulot d'Algérie)

Mus algirus Pomel, C. R. Acad. Sc., 1856, t. 62, p. 654; Barret-Hamilton, P. Z. S., 1900 p. 411 ; *M. sylvaticus* Lataste (7) sep. 1885, p. 135.

DESCRIPTION. — Dessus d'un gris brun tirant vers la teinte chocolat (BARRET-HAMILTON), le dessous d'un blanc pur; parfois une tache rousse à la poitrine; talon brun; oreilles presque rondes, relativement courtes; une tache blanchâtre derrière l'oreille. Queue de la couleur du dos, grise dessous, brunissant insensiblement vers l'extrémité. Corps avec la tête : 75 mm ; queue : 60 mm. La longueur des tarses distingue cette espèce de toutes les précédentes en la faisant ressembler à une petite Gerbille, mais la forme des dents est très différente.

HABITAT. — Algérie : généralement répandu dans le Tell mais non très commun (Alger, Oran, Kabylie, etc). Le type et d'autres sous-espèces habitent toute l'Europe et l'Asie jusqu'en Chine.

58. b. **Mus sylvaticus Hayi** Waterhouse, 1837.

Mus hayi Waterhouse, P. Z. S., 1837, p. 76 ; Barret-Hamilton, P. Z. S., 1900, p. 410.

DESCRIPTION. — Plus grand que le *M. sylvaticus intermedius* de l'Europe centrale, et *la queue plus longue que le corps avec la tête.* Ce dernier caractère distingue cette forme de la forme commune d'Algérie dont la queue est nettement plus courte.

HABITAT. — Maroc (Tanger). D'après BARRET-HAMILTON (*l. c.*), cette

sous-espèce est largement répandue dans le sud de l'Europe (Espagne, Portugal, Corse, Sicile, etc).

Genre ARVICANTHIS Lesson, 1842.

Isomys Sundevall, 1843; *Lemniscomys* Trouessart, 1881.

Ce genre est nettement africain.

59. **Arvicanthis barbarus** L., 1766.

(Le Rat rayé) (fig. 16).

Mus barbarus Rozet (3), 1833; Lataste (7) sep., 1885, p. 132; Duvernoy. Anim Vert. Alg., 1840, pl. 1, f. 1-3; Levaillant (6), Atlas, pl. 4, f. 1.

HABITAT. — Algérie et Maroc : Oran, Bône, Alger ; n'a pas été rencontré dans le Sahara ni dans le sud de la Tunisie. Une sous-espèce distincte (*M. barbarus pulchellus* Gray), se trouve, au sud du Sahara, dans le Soudan, du Kilimandjaro à Liberia.



Fig. 16. — Rat rayé *(Arvicanthis barbarus)*.

Famille des JACULIDAE.

Dipodidae des Auteurs.

Genre JACULUS Erxleben, 1877.

Dipus Gmelin, 1788; *Haltomys* Brandt, 1844.

Les Gerboises sont d'Afrique et de l'Asie occidentale jusque dans le sud de la Russie (région des steppes).

60. **Jaculus jaculus** L. (nec Pallas), 1758.

(La Gerboise. — Le Gerboa) (fig. 17).

Dipus ægyptius (Hasselquist); Lataste Ann. Mus. Genov., 1083, t. 18, p. 671 (part.) id; (7), sep. 1885, p. 149 (exclus. synon.) id. (9) 1887, p. 30; Anderson et Winton, Mam. of. Egypt, 1902, p. 301, pl. 53.

Lataste a confondu sous ce nom deux espèces que Duvernoy avait distinguées. Celle ci est plus petite, d'un jaune isabelle avec les joues et le dessous blancs, *les poils du pied postérieur entièrement blancs*, (tandis que dans *J. orientalis* ils sont noirs en arrière).

Habitat. — Algérie, Tunisie, Tripolitaine et Egypte; s'étend jusqu'à la Palestine et l'Arabie. En Algérie. habite particulièrement les Hauts-Plateaux.



Fig. 17. — Gerboise d'Algérie (*Jaculus jaculus*).

61. Jaculus hirtipes Lichtenstein, 1823.

Dipus hirtipes Lichtenstein, Doublett. Zool. Mus. Berlin, 1823, sp. 8; id., Darstell. Neuer Säug., 1827, pl. 24; Springm., p. 20, pl. 5; Lataste, Anal. Mus Genov., 1883, p. 11; id. (7) sep., 1885, p. 150; (9), 1887, p. 30; *D. deserti* Loche (6), 1867, sp. 60.

Cette espèce est plus voisine de *J. jaculus* que de *J. orientalis*.

Habitat. — Algérie : sud des Hauts-Plateaux et Sahara (Laghouat, Bou-Sâada, Msila, Ouargla). Tunisie : Tozeur, Djérid, Oued Mtaleghmine au nord du Chott Fedjej. S'étend jusque dans le Dongola.

62. Jaculus Darricarreri Lataste, 1883.

Dipus Darricarreri Lataste, Anal. Mus. Civ. Genova, 1883, t. 18, p. 11. et 13; d. (7) sep., 1885, 150; (9), 1887, p. 31.

Habitat. — Algérie : Bou-Sàada. Tunisie : Tozeur et Oued Mtaleghmine. En Algérie son habitat parait être à la limite entre les Hauts-Plateaux et le Sahara, où l'on trouve aussi d'ailleurs les autres espèces du genre (1).

(1) Le genre *Alactaga* ne paraît pas exister dans le nord de l'Afrique; l'espèce *A. arundinis* F. Cuvier est donc très douteuse.

63. **Jaculus orientalis** Erxleben, 1777.

Erxleben, Syst. Regn. Anim., 1777, p. 404; Anderson et Winton, Mam. of Egypt, 1902, p. 307, pl. 54; *Dipus gerboa* Olivier, 1799-1801 (nec Auctorum) *D. mauritanicus* Duvernoy, Mém. Soc. Hist. Nat. Strasb., III, 1842, p. 31; Loche (6), 1867, p. 98; *D. ægyptius* p., Lataste, (7 et 9) 1885-87.

Cette espèce ressemble beaucoup aux précédentes, mais elle s'en distingue par les caractères suivants, signalés par Duvernoy dès 1842 : « La Gerboise de Mauritanie est plus grande, plus forte, de couleur plus foncée et d'un roux plus marbré de noir que la Gerboise de Tripoli (*D. ægyptius*), qui est plus petite et d'un roux plus clair, jaunâtre ou nankin. La distribution des couleurs est d'ailleurs la même... La Gerboise de Mauritanie a le museau extrêmement court, terminé par un petit mufle; la tête large entre les orbites et les oreilles; celles-ci sont longues, coniques, obtuses (mais moins grandes à proportion que dans l'autre espèce). Les poils sont raides et assez grossiers dans la Gerboise de Mauritanie, extrêmement fins et laineux dans l'espèce de Tripoli et dans l'individu de Constantine ».

Habitat. — L'Algérie et la Tunisie, où elle paraît se trouver dans les mêmes localités que l'espèce précédente. S'étend dans la Tripolitaine, la Nubie et l'Egypte.



Fig. 18. — Gundi *(Ctenodactylus gundi)*

Famille des CTENODACTYLIDAE.

Ces Rongeurs, très singuliers, ont des affinités sud-américaines et appartiennent aux *Hystrichomorpha*. Deux genres éteints (*Ruscinomys* et *Pellegrinia*), vivaient dans le sud de la France et en Sicile aux époques pliocène et quaternaire. Les genres vivants sont africains.

Genre Ctenodactylus Gray, 1830.

64. **Ctenodactylus gundi** Pallas, 1778.

(Le Gundi) (fig. 18).

Lataste (7) sep. 1885, 152; id. (9), 1887, p. 31; P, Gervais, Journ. de Zool., 1876, V. pl. 7 et 8; *C. massoni* Gray, 1828.

Habitat. — Algérie: Bou-Sâada, Messad, monts Aurès, Biskra, etc. Tunisie: très commune dans les montagnes et les ruines romaines: Taoudjout, Matmata, Koutin, Taferma, Tebessa, Feriana, etc., région des Chotts. Les individus de Tripoli appartiennent à une espèce distincte (*C. vali*, Thomas). Le genre ne s'étend pas en Egypte.

Genre Massoutiera Lataste, 1881.

65. **Massoutiera mzabi** Lataste 1881.

Lataste, Bull. Soc. Zool., VI, 1881, p. 314; id. (7) sep., 1885, p. 151.

Habitat. — Algérie : Ghardaïa, dans le Mzab; Djebel Zaccar (confondue par Loche avec le Gundi). Une seconde espèce habite le Sénégal, et le genre est représenté, dans le pays des Somalis, par un genre voisin *(Pectinator.)*

Famille des HYSTRICIDAE.

Genre Hystrix L., 1758.

66 **Hystrix cristata** L., 1758.

Lataste (7) sep., 1885, p. 155; id. (9), 1887, p. 32.

Habitat. — Algérie : environs d'Alger et toute l'Algérie. Tunisie : Djebel Reças, près Tunis; Feriana, etc. L'espèce est identique à celle du sud de l'Europe (Espagne, Italie, Sicile, Crimée) et se retrouve en Egypte, en Palestine et en Asie Mineure.

Famille des LEPORIDAE.

Cette famille est cosmopolite à l'exception de la région australienne.

Genre Oryctolagus Lilljeborg, 1873.

Ce genre est d'Afrique et de la sous-région méditerranéenne.

67. **Oryctolagus cuniculus** L., 1785.

(Le Lapin)

Lepus cuniculus L., Lataste (7) sep., 1885, p. 156; (9), 1887, p. 32; *L. algirus* Loche, 1858, et (6), 1867, sp. 85.

Cette espèce, propre à la sous-région méditerranéenne occidentale, s'est répandue en Europe et est devenue cosmopolite. Elle est la souche de la plupart de nos variétés domestiques. Les spécimens d'Algérie ne diffèrent pas de ceux d'Europe.

HABITAT. — Algérie septentrionale (Tell et Hauts-Plateaux); il disparait bien avant la limite nord du Sahara, et devient rare, à l'est, à mesure qu'on se rapproche de la Tunisie. Il n'est pas connu dans la Tunisie continentale mais seulement dans quelques-unes de ses îles (La Galite, Zeribet-Djamour, Conigliera). Il n'existe ni en Egypte ni en Asie. Dans l'Afrique australe il est remplacé par *O. crassicaudatus.*

Genre LEPUS L., 1758.

Toutes les espèces barbaresques de ce genre, encore mal connues en 1885, ont été réunies par LATASTE au *L. ægyptius* Desm., d'Egypte, qui, d'après les modernes, est propre à l'Egypte, tandis qu'il est remplacé plus à l'ouest par cinq ou six espèces bien distinctes, et distinctes également du Lièvre d'Europe et de ses sous-espèces méridionales et insulaires.

68. **Lepus kabylicus** De Winton, 1898.

(Le Lièvre kabyle)

De Winton, Ann. Nat. Hist., 1898, I, p. 155; *Lepus mediterraneus* Levaill. (nec Wagn.), in Loche (6), 1867, sp. 84; *L. ægyptius* p., Lataste (nec Geoff.), (7), sep., 1885, p. 157.

DESCRIPTION. — Semblable par sa couleur roux canelle au Lièvre de Sardaigne (*L. mediterraneus* Wagner), mais plus grand et à crâne très comprimé. Oreilles nues en arrière et plus grandes, ainsi que les pattes postérieures. La base des poils ardoisée; sur le dos, les poils ne sont pas blancs au-dessous du large anneau noir, mais fauves passant au gris. Un cercle d'un blanc fauve bien marqué autour des yeux, et s'étendant vers le nez et les oreilles. La poitrine, un peu tiquetée, et les pattes antérieures rousses; toutes les parties inférieures sauf le centre du ventre et la région inguinale, sont plus ou moins lavées de roux. Tête et corps : 475 mm ; queue : 80; tarse : 105; oreille : 113.

HABITAT. — C'est l'espèce commune en Algérie dans la région du Tell. Son extension vers le sud n'est pas encore nettement délimitée.

69. **Lepus pallidior** B.-Hamilton, 1898.

Barret-Hamilton, Ann. Nat. Hist., 1898, II, p. 422.

DESCRIPTION. — Taille, forme générale et forme du crâne comme

dans *L. kabylicus* mais d'une coloration beaucoup plus claire sur toutes les parties du corps. Le dos est d'un gris pâle ou d'un jaune fauve (et non roux cannelle). Le ventre est d'un blanc plus pur, les flancs fauve pâle. Le menton est blanc, les joues gris clair (et non rousses), la tache de la nuque et le liseré des oreilles d'un fauve pâle. Sur le dos, les anneaux cannelles sont remplacés par des anneaux d'un gris argenté. L'étendue de la pointe noire des poils dorsaux est très réduite, de telle sorte que cette région présente à l'œil un mélange de gris argenté et de noir, la première couleur ayant la prépondérance (tandis que dans *L. kabylicus* le noir prédomine sur le roux cannelle).

Habitat. — Algérie : montagnes de l'Aurès près Biskra. Représente la forme désertique du Lièvre kabyle et s'étend probablement jusqu'au Sahara.

70. **Lepus atlanticus** De Winton, 1897.

De Winton, P. Z. S., 1897, p. 960, fig. 3-5, p. 961.

Description. — Plus voisin du *L. kabylicus* d'Algérie que du *L. Schlumbergeri* de Tanger, mais beaucoup plus petit que ces deux espèces, avec des oreilles relativement plus longues que celles du Lièvre de Kabylie. Oreilles plus longues que la tête. Couleur du pelage cannelle clair tirant sur la couleur du sable, les poils étant dépourvus de l'anneau médian noir si caractéristique chez les deux autres espèces sus-nommées. Dessous blanc, sans ligne de démarcation bien tranchée sur les flancs. Queue longue, d'un noir de jais sur une ligne étroite au-dessus, d'un blanc pur dessous. Les poils sont d'un gris ardoisé jusqu'à une distance considérable de leur base, cannelle à leur pointe; cette couleur est plus claire sur le dos; les poils les plus gros ont seulement un anneau foncé très étroit dans leur milieu, avec la pointe fauve (quelques-uns l'ont noire). Sur la croupe la couleur est plus grise, la teinte cannelle étant moins marquée. La bande de la poitrine est cannelle pâle, la nuque cannelle clair, les pattes fauve-roux. Les longues oreilles ont une tache noire bien marquée à leur pointe, l'intérieur blanc, le bord extérieur d'un fauve doré. Moustaches noires à la base avec l'extrémité blanche. Tête et corps : 377 mm ; queue 80 ; tarse 100 ; oreilles : 125 (à partir de l'échancrure), en dehors 127.

Habitat. — Ras-el-Ain (dans le Haha), au sud du Maroc ; Glarvi (La première localité est dans la partie occidentale du moyen Atlas, au nord de la ville de Maroc ; la seconde, dans le grand Atlas, à l'est de cette même ville).

• 71. **Lepus Schlumbergeri** Saint-Loup, 1894.

R. Saint-Loup, Bull. Soc. Zool., 1894, p. 168; De Winton, Ann. Nat. Hist., 1898, I, p. 156; id., P. Z. S., 1897, p. 951, fig. 4, et p. 952.

Description. — Taille moyenne, un peu plus petite que celle du *L. europæus occidentalis* (d'Angleterre), qui est plus petit que celui de France. Plus foncé et plus teinté de gris, chaque poil présentant un large anneau noir dans sa partie médiane. Dos d'un roux cannelle très pâle; un cercle d'un blanc fauve autour de l'œil, avec une bande de même couleur entre le nez et les oreilles; oreilles moyennes, de la longueur de la tête, la pointe noire peu marquée; cou et poitrine d'un brun pâle nuancé de gris. La base des poils est partout gris pâle, plus pâle sur le dos; vient ensuite un anneau large de blanc sale avec une légère teinte cannelle, puis un anneau noir; en dessus les poils lustrés les plus gros ont un large anneau fauve pâle avec l'extrême pointe noire. Moustaches rares, presque blanches. Tête et corps : 470 mm; queue : 75; tarse : 120; oreille : 103. Le crâne très large, diffère beaucoup de celui de *L. kabylicus* (De Winton).

Habitat. — Maroc : région côtière (Tanger).

72. **Lepus tunetae** De Winton, 1898.

De Winton, Ann. Nat. Hist., 1898, I, p. 157; *L. mediterraneus* (part.) Waterhouse, Mam. II, 1848, p. 43 (nec Wagner): *L. ægyptius* part., Lataste.

Description. — Ressemble à *L. ægyptius* par la texture du pelage, mais la rainure des incisives simple, sans remplissage de cément, indique une espèce distincte. Couleur pâle, isabelle (couleur de sable); la nuque légèrement teintée de fauve roux, couleur qui se retrouve sur les pattes antérieures et postérieures; ventre blanc; queue noire dessus, blanche dessous. Oreilles très longues, presque nues en arrière dans toute leur longueur. La dernière molaire est très petite. Tête et corps: 400 mm; queue: 75; tarse: 100; oreille: 136.

Habitat. — Tunisie: le type vient de l'île de Kerkenna. Lataste signale le Lièvre dans la Tunisie continentale à Aram, Bougrara, Metameur, Arad, monts de Matmata, Tozzer, Tebessa, etc.

Ordre des **ONGULÉS**

Sous-Ordre des PÉRISSODACTYLES

Genre Equus L., 1758

73. **Equus asinus** L., 1758

(L'Ane sauvage ou Onagre)

L'Ane sauvage (qui existe dans la Nubie et le Senaar), n'est si-

gnalé par aucun naturaliste dans le Sahara, et l'on n'en possède pas de spécimens de cette provenance dans les musées d'Europe. Cependant l'existence de cette espèce, dans le pays occupé par les Touaregs, est indiquée très nettement par Duveyrier (*Les Touaregs du Nord*, 1864). C'est un animal de grande taille, gris avec une croix noire bien marquée: l'auteur ne dit pas s'il a des raies aux jambes comme l'*Ane aux pieds bandés* de la Haute-Egypte. Il vit en troupes nombreuses. Les Anes domestiques qu'élèvent les Touaregs lui ressemblent absolument, et il est probable qu'ils descendent de jeunes pris au piège avec leur mère, comme on le fait encore chez ces peuplades sahariennes.

Habitat. — On le trouve dans le Tassili du nord (région montagneuse du plateau central du Sahara, appelé aussi plateau des Azdjer). On sait que l'espèce existe plus à l'est, dans le sud de la Nubie, le Senaar et le Somali: on en distingue deux ou trois sous-espèces.

Sous-Ordre des ARTIODACTYLES.

Famille des SUIDAE.

Genre Sus L., 1758.

Ce genre est de la région paléarctique et de la région orientale.

74. **Sus scrofa** L., 1758.

(Le Sanglier).

Lataste (7), sep., 1885, p. 163; id. (9), 1887, p. 34.

L'espèce ne diffère pas de celle d'Europe.

Habitat. — Algérie: du littoral au Sahara, dans les forêts. Forêt de Chegga au sud de Biskra. Tunisie: forêts d'Aïn-Draham, des Ouchtera, des Oued Zess et Oum-Mezessar. L'espèce s'étend au nord, dans toute l'Europe, jusqu'en Sibérie et dans le Thibet; en Afrique jusqu'en Egypte (1).

Famille des CERVIDAE.

Genre Cervus L., 1758.

Ce genre est propre aux régions paléactiques, orientale et néarctique: il est tout à fait étranger à la région éthiopienne (Afrique au sud du Sahara).

Sous-genre *Cervus* p. dit.

(1) Le Dromadaire *(Camelus dromedarius)*, n'est actuellement connu qu'à l'état domestique dans le nord de l'Afrique; mais, à l'époque quaternaire, il existait *à l'état sauvage* en Algérie (Thomas). Voyez ci-dessus p. 12-364.

75. **Cervus elaphus barbarus** Bennet, 1837.

Bennet, List Anim. in Gard. Z. S. Lond., 1837, p. 31; Gervais, Mam., 1855, II, p. 261: Lataste (9), 1887, p. 34; *Cervus corsicanus* p., Lataste (7) sep., 1885, p. 164.

Sous-espèce plus petite que le Cerf d'Europe et à pelage conservant des taches jusqu'à l'âge adulte.

Habitat. — Algérie: Bône, La Calle, Tébassa, Tunisie : Douiret (près Metameur), Gafsa, etc. Cette sous-espèce est considérée comme distincte du *C. elaphus corsicanus* de Corse et de Sardaigne. Elle ne dépasse pas la Tunisie à l'est.

Sous-genre *Dama* Frisch, 1775.

76. **Cervus dama** L., 1758

Lataste (7), sep., 1885, p. 166 id. (9), 1887, p. 166.

Habitat. — Algérie: La Calle; se trouve aussi en Tunisie, mais parait assez rare (Letourneux, *Note sur la Faune de l'Ancienne Lybie*, in: Soc. Climat d'Alg., 1870, p. 240). Pourrait bien avoir été introduit (comme dans l'Europe centrale), car les auteurs anciens n'en font pas mention. Parait indigène seulement dans l'est et le nord de la sous-région méditerranéenne (Palestine, Asie mineure, Grèce, Espagne); ne se trouve pas en Egypte. Une sous-espèce distincte (*C. dama mesopotamiae*), est signalée en Perse. Plusieurs espèces éteintes habitaient l'Europe moyenne aux époques pliocène et pleistocène.

Famille des BOVIDAE

(*Antilopidae* Lataste).

Sous-famille des *Caprinae*.

Genre Ammotragus Blyth, 1840.

Ovis, Lataste 1885. *Aries* Lataste, 1887.

77. **Ammotragus lervia** Pallas, 1767; Lydekker, 1868.

(*Le Moufflon à Manchettes*) (fig. 19).

Ovis (et *Aries*) *tragelaphus* (Desmarest), Lataste (7) sep., 1885, p. 166; id., (9) 1887, p. 35; *O. ornata* Audouin, 1828.

Habitat. — Algérie : montagnes du sud des Hauts-Plateaux et du Sahara : Bou-Sâada, Laghouat, Mzab, Aïn-ben-Khelif, monts de l'Aurès, sud du département d'Oran, etc, jusqu'au pays des Toua-

regs. Tunisie : monts de Matmata Ghomrassen Nefzaoua, Blad-el-Djerid. Se trouve aussi au Maroc, dans l'Atlas, et s'étend à l'est, en Egypte, jusqu'aux environs du Caire (1).



Fig. 19. — Moufflon à manchettes (*Ammotragus lervia*).

Sous-famille des *Antilopinae*

Genre Gazella Lichtenstein, 1814.

Ce genre est des régions orientale et éthiopienne et de la sous-région méditerranéenne.

78. **Gazella dorcas** L., 1758.

(La Gazelle) (fig. 20).

Lataste (7) sep., 1885, p. 171 ; id. (9), 1887, p. 36.

Habitat. — Commune en Algérie (Hauts-Plateaux et Sahara) et en Tunisie (Arad. Matmata, Gafsa, etc.). Se trouve aussi au Maroc,

(1) L'existence d'un Bœuf sauvage (*Bos atlanticus* Blyth, 1841), au Maroc, ne repose sur aucun document précis; mais à l'époque quaternaire il existait en Algérie des Ruminants du genre *Bos* proprement dit.

et s'étend à l'est jusqu'en Egypte et en Syrie. C'est la Gazelle des plaines pierreuses sur la limite septentrionale du Sahara.



Fig. 20. — Gazelle d'Algérie (*Gazella dorcas*).

78 a. **Gazella dorcas kevella** Pallas, 1767.

Gazella kevella Lataste (7), p. 172; (9), p. 36; *G. corinna* Loche (6), 1867, p. 36.

Cette sous-espèce (*Le Kevel* dont *la Corinne* est la femelle), est moins commune que la précédente. C'est la *Gazelle de montagnes* des colons français. Elle est plus grande que la *G. dorcas*.

Habitat. — Algérie, à la limite entre les Hauts-Plateaux et le Sahara : Djebel-Amour, etc. N'a pas encore été signalée en Tunisie, ni en Egypte.

79 **Gazella Cuvieri** Ogilby, 1840.

Ogilby, P. Z. S., 1840, p. 35 (d'après le « *Kevel gris* » Fr. Cuvier, Mam., 1827, pl. 871 et 372); Lataste (9), 1887, p. 36 (note); Whitaker, P. Z. S., 1896, p. 815.

Cette espèce habite les montagnes du sud de l'Algérie, à la limite entre les Hauts-Plateaux et le Sahara. Elle est de plus grande taille que les précédentes. Ses cornes sont fortement lyrées avec la pointe en dedans.

Habitat. — Algérie: Biskra, Aurès et sud de l'Atlas tunisien. Sahara. Maroc : Mogador.

80. **Gazella leptoceros** F. Cuvier, 1827.

F. Cuvier. Mam. 1827, pl. 373 et 374 ; *G. Loderi* Thomas, Ann. Nat. Hist., 1894 XIII, p. 452; id., P. Z. S., 1894, p. 470, 471, f. 2 et pl. 32; Whitaker, P. Z. S. 1896, p. 816; Pease, P. Z. S., 1899, p. 593.

Espèce de petite taille, d'un isabelle pâle, avec les taches ordinaires très peu marquées. Les oreilles longues, blanchâtres; le bout de la queue noir. Les sabots très allongés, comprimés. Les cornes longues, grêles, très faiblement lyrées, presque droites, divergentes à leur extrémité en forme de V, la pointe en dehors.

Habitat. — Sahara algérien : dunes de sable de l'Oued Souf, à 150 kilom. environ au sud de Biskra. L'espèce s'étend en Tunisie, dans la Tripolitaine, la Nubie, le Kordofan jusqu'au Bahr-el-Abiad (Nil Blanc).

81. **Gazella isabella** Gray, 1846.

Gray, Ann. Nat. Hist., 1846, XVIII, p. 212; Brooke, P. Z. S., 1873, p. 539; Pousargues, Bull. Mus. de Paris, 1900, p. 341; *Antilope dorcas*, p., Lichtenstein. Darstell., 1827, pl. 5.

Espèce longtemps confondue avec la Gazelle ordinaire (*G. dorcas*), Elle en diffère par ses teintes plus pâles et surtout par ses cornes à anneaux plus gros et moins nombreux, formant à leur extrémité un brusque crochet en haut et en dedans, presqu'à angle droit.

Habitat. — Cette espèce signalée d'abord en Egypte, en Arabie et dans le désert de Nubie, se trouve aussi dans le Sahara algérien (Biskra).

82. **Gazella rufina** Thomas, 1894.

Thomas. P. Z. S. 1894, p. 467, 468; fig. 1; Sclater et Thomas, Book of Antelopes, 1898, p. 167, 168, fig. 73.

Description. — Semblable à *G. rufifrons* Gray, du Sénégal, mais plus grande. Couleur d'un roux vif très riche, bien différent de la couleur isabelle pâle des autres Gazelles du Sahara. La bande du chanfrein très foncée, presque marron, les bandes claires de chaque côté de la face à peine plus pâles que la teinte du corps (ces bandes sont blanches chez les autres espèces). Occiput, joues et côté du cou d'un roux pâle. Oreilles relativement courtes, rousses en dehors, blanchâtres en dedans et sur leur bord. La bande foncée des flancs très marquée, étroite, presque noire; la bande claire

qui la surmonte peu marquée, de la couleur du cou. Bande fessière foncée peu développée. Ventre blanc. Pattes rousses devant, blanches en arrière; genoux sans touffes de poils, mais avec un étroit bourrelet de poils roux, autour du métacarpe, immédiatement au-dessus du genou. Sabots grands et forts, deux fois plus gros que ceux de *G. rufifrons*. Queue rousse avec le bout noir. Cornes relativement très courtes, très fortes, faiblement lyrées, bien séparées à la base, peu divergentes. Tête et Corps : 1400 mm; queue sans les poils : 160; avec poils : 220; oreille, de l'échancrure : 132; sabots antérieurs et postérieurs : 54.

Habitat. — Algérie, mais sans indication de localité. Cette belle et grande espèce doit habiter les oasis ou les régions boisées, et non le désert comme les précédentes.

83. **Gazella mhorr** Bennet. 1833.

(Le Nanguer du Maroc)

Bennet, P.Z.S., 1833, p. 1; Trans. Zool., 1635, I, p. 1, pl; Lataste (7), sep., 1885, p. 173; Sclater et Thomas, Book of Antelopes, 1898, p. 213, p. 72.

Habitat. — Maroc : le Tafilet, Mogador. N'est pas signalée en dehors du Maroc. L'espèce est remplacée au Sénégal par le *Nanguer* de Bennet (non celui de Buffon), *Gazella dama* Pallas, et au Kordofan par *G ruficollis* H. Smith.

Genre Addax Rafinesque, 1815.

Ce genre n'a qu'une seule espèce s'étendant du Maroc à l'Arabie.

84. **Addax nasomaculata** Blainville, 1816.

Lataste (7) sep., 1885, p. 171; id. (9), 1887, p. 37; Pease, P.Z.S., 1896, p. 810, 811, fig. 1.

Habitat. — Sahara algérien : Oued-Souf, pays des Touaregs du sud. Sud du département d'Oran. Maroc. Tunisie : Djérid; Nefzaoua. L'espèce s'étend à travers la Nubie jusqu'au Dongola et au nord de l'Arabie (1).

Genre Bubalis Frisch, 1775.

Alcelaphus Lataste 1885.

Genre exclusivement éthiopien (en y comprenant l'Arabie).

(1) L'existence du genre *Oryx*, au Maroc, ne repose sur aucun document précis.

85. **Bubalis boselaphus** Pallas, 1766.

(Le Bubale d'Algérie)

Alcelaphus bubalis (Pallas, 1767), Lataste (7) separata 1885, p. 170; *A. mauritanica*, Ogilby, 1836.

Habitat. — Sahara algérien : pays des Hennenschas, dunes du Sahara; le Souf, pays des Touaregs, Maroc. Rare en Tunisie. L'espèce s'étend, à travers la Nubie et la haute Egypte, jusqu'en Syrie et dans le nord de l'Arabie.

Appendice pour les mammifères marins.

Les Mammifères marins (Phoques et Cétacés), ont été peu observés sur les côtes de l'Algérie et des contrées voisines. Nous nous contenterons de donner ici la liste des espèces qui fréquentent la Méditerranée occidentale et les côtes du Maroc baignées par l'Atlantique.

Ordre des PINNIPÈDES

86. **Monachus albiventer** Bodd. (Méditerranée, Atlantique).

Ordre des CÉTACÉS

87. **Tursiops tursio** Fabricius (Atlantique, Méditerranée).
88. **Delphinus delphis** L. (Atlantique, Méditerranée).
89. **Prodelphinus euphrosine** Gray (Atlantique, Méditerranée).
90. **Phocæna phocæna** L. (Atlantique, Méditerranée).
91. **Grampus griseus** Cuvier (Atlantique, Méditerranée).
92. **Globicephalus melas** Traill (Atlantique, Méditerranée).
93. **Pseudorca crassidens** Owen (Atlantique, Méditerranée).
94. **Orcinus orca** L. (Atlantique, Méditerranée).
95. **Physeter macrocephalus** L. (Atlantique, Méditerranée).
96. **Hyperoodon rostratus** Müler (Atlantique, Méditerranée).
97. **Ziphius cavirostris** Cuvier (Atlantique, Méditerranée).
98. **Mesoplodon bidens** Sowerby (Atlantique, Méditerranée).
99. **Balænoptera acuto-rostrata** L. (Atlantique, Méditerranée).
100. **Balænoptera phxsalus**, L. (Atlantique, Méditerranée).
101. **Balæna biscayensis** Eschr. (Atlantique, Méditerranée).

TABLE DES MATIÈRES

DU PREMIER VOLUME

DES CAUSERIES SCIENTIFIQUES DE LA SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Le Secrétaire général, gérant,

Dr J. Guiart.



ÉCOLE PROFESSIONNELLE D'IMPRIMERIE

à Noisy-le-Grand (Seine-et-Oise.)

[illegible]

[illegible]





ANNÉE 1900

N° 1.

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

L'HÉMATOZOAIRE DU PALUDISME

PATHOLOGIE — ÉTIOLOGIE — PROPHYLAXIE

PAR

Maurice NEVEU-LEMAIRE

Préparateur au laboratoire de Parasitologie de la Faculté de médecine de Paris.

(Avec 11 figures dans le texte et deux planches).



PARIS

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Hôtel des Sociétés savantes (28, rue Serpente)

1900





SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

(RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE)

Hôtel des Sociétés savantes (*28, rue Serpente, Paris*)

Président pour 1900 : Professeur Y. Delage

La Société Zoologique de France publie chaque année trois volumes : le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Causeries scientifiques*.

Le *Bulletin* paraît tous les mois ; il reproduit les procès-verbaux des séances, ainsi que les travaux ne dépassant pas six pages et dépourvus de planches, mais pouvant être accompagnés de figures dans le texte.

Les *Mémoires* comprennent tous les travaux originaux plus étendus, accompagnés ou non de planches et de figures dans le texte.

Les *Causeries scientifiques* sont la reproduction de conférences faites à certaines séances sur des sujets fixés d'avance. Chaque *Causerie* est publiée séparément ; elle porte une double pagination, qui permet de réunir en un seul volume toutes les *Causeries* d'une même année.

Voici la liste des *Causeries* du premier semestre de 1900 :

23 Février. — Dr E. Racovitza, Membre de l'Expédition antarctique de la *Belgica* : *Vers le Pôle sud* (Conférence avec projections, faite dans l'Amphithéâtre Richelieu, à la Sorbonne).

13 Mars. — Dr R. Blanchard, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris : *Les Coccidies et leur rôle pathogène.*

27 Mars. — Dr H. Coutière, Professeur agrégé à l'École de Pharmacie de Paris : *Les Poissons nuisibles.*

10 Avril. — M. Neveu-Lemaire, Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris : *L'Hématozoaire du paludisme.*

24 Avril. — Vignon, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : *Les Cils vibratiles.*

8 Mai. — Dr J. Guiart, Chef de Travaux à la Faculté de Médecine de Paris : *Les Mollusques Tectibranches.*

22 Mai. — Dr P. Portier, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : *Influence de la pression sur les animaux.*

12 Juin. — L. Petit, Naturaliste : *Leçon pratique de taxidermie.*

26 Juin. — E. Brumpt, Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris : *La reproduction chez les Sangsues.*

10 et 24 Juillet. — *Causeries sur la Zoologie à l'Exposition.*

La Société organisera également un certain nombre de *Promenades zoologiques à l'Exposition*, dont le programme sera fixé ultérieurement.

Les Publications de la Société sont adressées gratuitement à tous les Membres.

Le nombre des Membres est illimité. Les Français et les Etrangers, sans distinction de sexe, peuvent en faire partie. Sont également admis à en faire partie les Sociétés scientifiques, les Associations, les Etablissements publics ou privés, Bibliothèques, Musées, etc.

Il suffit, pour être admis, d'être présenté par deux Membres et agréé par la Société. Les Membres titulaires payent un droit d'entrée de 10 francs, en échange duquel ils reçoivent un diplôme de Membre de la Société ; ils payent en outre une cotisation annuelle de 20 francs. On peut s'affranchir de cette cotisation moyennant le versement d'une somme de 300 francs, qui donne le titre de Membre à vie. Moyennant une somme d'au moins 500 francs, on devient Membre donateur. Les Membres à vie et les Membres donateurs reçoivent en outre un certain nombre de volumes du *Bulletin* ou des *Mémoires*, conformément à une décision du Conseil.

Pour les demandes d'admission on est prié d'écrire au siège de la Société en adressant la lettre au Secrétaire général.

Le Secrétaire général adjoint,
Dr J. Guiart.

Le Secrétaire général, gerant,
Prof. R. Blanchard.

IMP. LE BIGOT FRÈRES

Année 1900 — N° 2.

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

LES POISSONS NUISIBLES

PAR

H. COUTIÈRE

Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris



PARIS
SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE
Hôtel des Sociétés savantes (28, rue Serpente)

1900



SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

(RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE)

Hôtel des Sociétés savantes (*28, rue Serpente, Paris*)

Président pour 1900 : Professeur Y. DELAGE

La Société Zoologique de France publie chaque année trois volumes : le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Causeries scientifiques*.

Le *Bulletin* paraît tous les mois ; il reproduit les procès-verbaux des séances, ainsi que les travaux ne dépassant pas six pages et dépourvus de planches, mais pouvant être accompagnés de figures dans le texte.

Les *Mémoires* comprennent tous les travaux originaux plus étendus, accompagnés ou non de planches et de figures dans le texte.

Les *Causeries scientifiques* sont la reproduction de conférences faites à certaines séances sur des sujets fixés d'avance. Chaque *Causerie* est publiée séparément ; elle porte une double pagination, qui permet de réunir en un seul volume toutes les *Causeries* d'une même année.

Voici la liste des *Causeries* du premier semestre de 1900 :

23 Février. — Dr E. RACOVITZA, Membre de l'Expédition antarctique de la *Belgica* : *Vers le Pôle sud* (Conférence avec projections, faite dans l'Amphithéâtre Richelieu, à la Sorbonne).

13 Mars. — Dr R. BLANCHARD, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris : *Les Coccidies et leur rôle pathogène.*

27 Mars. — Dr H. COUTIÈRE, Professeur agrégé à l'École de Pharmacie de Paris : *Les Poissons nuisibles.*

10 Avril. — M. NEVEU-LEMAIRE, Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris : *L'Hématozoaire du paludisme.*

24 Avril. — VIGNON, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : *Les Cils vibratiles.*

8 Mai. — Dr J. GUIART, Chef de Travaux à la Faculté de Médecine de Paris : *Les Mollusques Tectibranches.*

22 Mai. — Dr P. PORTIER, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : *Influence de la pression sur les animaux.*

12 Juin. — L. PETIT, Naturaliste : *Leçon pratique de taxidermie.*

26 Juin. — E. BRUMPT, Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris : *La reproduction chez les Sangsues.*

10 et 24 Juillet. — Causeries sur la Zoologie à l'Exposition.

La Société organisera également un certain nombre de *Promenades zoologiques à l'Exposition*, dont le programme sera fixé ultérieurement.

Les Publications de la Société sont adressées gratuitement à tous les Membres.

Le nombre des Membres est illimité. Les Français et les Etrangers, sans distinction de sexe, peuvent en faire partie. Sont également admis à en faire partie les Sociétés scientifiques, les Associations, les Etablissements publics ou privés, Bibliothèques, Musées, etc.

Il suffit, pour être admis, d'être présenté par deux Membres et agréé par la Société. Les Membres titulaires payent un droit d'entrée de 10 francs, en échange duquel ils reçoivent un diplôme de Membre de la Société ; ils payent en outre une cotisation annuelle de 20 francs. On peut s'affranchir de cette cotisation moyennant le versement d'une somme de 300 francs, qui donne le titre de Membre à vie. Moyennant une somme d'au moins 500 francs, on devient Membre donateur. Les Membres à vie et les Membres donateurs reçoivent en outre un certain nombre de volumes du *Bulletin* ou des *Mémoires*, conformément à une décision du Conseil.

Pour les demandes d'admission on est prié d'écrire au siège de la Société en adressant la lettre au Secrétaire général.

Le Secrétaire général adjoint,
Dr J. GUIART.

Le Secrétaire général, gérant,
Prof. R. BLANCHARD.

IMP. LE BIGOT FRÈRES

Année 1900 — N° 3.

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

LES CILS VIBRATILES

PAR

P. VIGNON

Préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Paris.



PARIS
SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE
Hôtel des Sociétés savantes (28, rue Serpente)

1900





SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

(RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE)

Hôtel des Sociétés savantes (*28, rue Serpente, Paris*)

Président pour 1900 : Professeur Y. DELAGE

La Société Zoologique de France publie chaque année trois volumes : le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Causeries scientifiques*.

Le *Bulletin* paraît tous les mois ; il reproduit les procès-verbaux des séances, ainsi que les travaux ne dépassant pas six pages et dépourvus de planches, mais pouvant être accompagnés de figures dans le texte.

Les *Mémoires* comprennent tous les travaux originaux plus étendus, accompagnés ou non de planches et de figures dans le texte.

Les *Causeries scientifiques* sont la reproduction de conférences faites à certaines séances sur des sujets fixés d'avance. Chaque *Causerie* est publiée séparément ; elle porte une double pagination, qui permet de réunir en un seul volume toutes les *Causeries* d'une même année.

Voici la liste des *Causeries* du premier semestre de 1900 :

25 Février. — Dr E. RACOVITZA, Membre de l'Expédition antarctique de la *Belgica* : *Vers le Pôle sud* (Conférence avec projections, faite dans l'Amphithéâtre Richelieu, à la Sorbonne).

13 Mars. — Dr R. BLANCHARD, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris : *Les Coccidies et leur rôle pathogène.*

27 Mars. — Dr H. COUTIÈRE, Professeur agrégé à l'École de Pharmacie de Paris : *Les Poissons nuisibles.*

10 Avril. — M. NEVEU-LEMAIRE, Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris : *L'Hématozoaire du paludisme.*

24 Avril. — VIGNON, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : *Les Cils vibratiles.*

8 Mai. — Dr J. GUIART, Chef de Travaux à la Faculté de Médecine de Paris : *Les Mollusques Tectibranches.*

22 Mai. — Dr P. PORTIER, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : *Influence de la pression sur les animaux.*

12 Juin. — L. PETIT, Naturaliste : *Leçon pratique de taxidermie.*

24 Juillet. — *Promenade zoologique à l'Exposition.*

Les Publications de la Société sont adressées gratuitement à tous les Membres.

Le nombre des Membres est illimité. Les Français et les Etrangers, sans distinction de sexe, peuvent en faire partie. Sont également admis à en faire partie les Sociétés scientifiques, les Associations, les Établissements publics ou privés, Bibliothèques, Musées, etc.

Il suffit, pour être admis, d'être présenté par deux Membres et agréé par la Société. Les Membres titulaires payent un droit d'entrée de 10 francs, en échange duquel ils reçoivent un diplôme de Membre de la Société ; ils payent en outre une cotisation annuelle de 20 francs. On peut s'affranchir de cette cotisation moyennant le versement d'une somme de 300 francs, qui donne le titre de Membre à vie. Moyennant une somme d'au moins 500 francs, on devient Membre donateur. Les Membres à vie et les Membres donateurs reçoivent en outre un certain nombre de volumes du *Bulletin* ou des *Mémoires*, conformément à une décision du Conseil.

Pour les demandes d'admission on est prié d'écrire au siège de la Société en adressant la lettre au Secrétaire général.

Le Secrétaire général adjoint,
Dr J. GUIART.

Le Secrétaire général, gérant,
Prof. R. BLANCHARD.

IMP. LE BIGOT FRÈRES

Année 1900 No 4.

CAUSERIES SCIENTIFIQUES
DE LA
SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

LES MOLLUSQUES TECTIBRANCHES

PAR

J. GUIART

Chef des travaux pratiques de Parasitologie à la Faculté de Médecine de Paris.

(Avec 35 figures dans le texte et quatre planches).



PARIS
SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE
Hôtel des Sociétés savantes (28, rue Serpente)

1900





SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

(RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE)

Hôtel des Sociétés savantes (28, *rue Serpente, Paris*)

Président pour 1900 : Professeur Y. DELAGE

La Société Zoologique de France publie chaque année trois volumes : le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Causeries scientifiques*.

Le *Bulletin* paraît tous les mois ; il reproduit les procès-verbaux des séances, ainsi que les travaux ne dépassant pas six pages et dépourvus de planches, mais pouvant être accompagnés de figures dans le texte.

Les *Mémoires* comprennent tous les travaux originaux plus étendus, accompagnés ou non de planches et de figures dans le texte.

Les *Causeries scientifiques* sont la reproduction de conférences faites à certaines séances sur des sujets fixés d'avance. Chaque *Causerie* est publiée séparément ; elle porte une double pagination, qui permet de réunir en un seul volume toutes les *Causeries* d'une même année.

Voici la liste des *Causeries* du premier semestre de 1900 :

25 Février. — Dr E. RACOVITZA, Membre de l'Expédition antarctique de la *Belgica* : *Vers le Pôle sud* (Conférence avec projections, faite dans l'Amphithéâtre Richelieu, à la Sorbonne).

13 Mars. — Dr R. BLANCHARD, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris : *Les Coccidies et leur rôle pathogène.*

27 Mars. — Dr H. COUTIÈRE, Professeur agrégé à l'École de Pharmacie de Paris : *Les Poissons nuisibles.*

10 Avril. — M. NEVEU-LEMAIRE, Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris : *L'Hématozoaire du paludisme.*

24 Avril. — VIGNON, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : *Les Cils vibratiles.*

8 Mai. — Dr J. GUIART, Chef de Travaux à la Faculté de Médecine de Paris : *Les Mollusques Tectibranches.*

22 Mai. — Dr P. PORTIER, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : *Influence de la pression sur les animaux.*

12 Juin. — L. PETIT, Naturaliste : *Leçon pratique de taxidermie.*

24 Juillet. — *Promenade zoologique à l'Exposition.*

Les Publications de la Société sont adressées gratuitement à tous les Membres.

Le nombre des Membres est illimité. Les Français et les Etrangers, sans distinction de sexe, peuvent en faire partie. Sont également admis à en faire partie les Sociétés scientifiques, les Associations, les Etablissements publics ou privés, Bibliothèques, Musées, etc.

Il suffit, pour être admis, d'être présenté par deux Membres et agréé par la Société. Les Membres titulaires payent un droit d'entrée de 10 francs, en échange duquel ils reçoivent un diplôme de Membre de la Société ; ils payent en outre une cotisation annuelle de 20 francs. On peut s'affranchir de cette cotisation moyennant le versement d'une somme de 300 francs, qui donne le titre de Membre à vie. Moyennant une somme d'au moins 500 francs, on devient Membre donateur. Les Membres à vie et les Membres donateurs reçoivent en outre un certain nombre de volumes du *Bulletin* ou des *Mémoires*, conformément à une décision du Conseil.

Pour les demandes d'admission on est prié d'écrire au siège de la Société en adressant la lettre au Secrétaire général.

Le Secrétaire général adjoint,
Dr J. GUIART.

Le Secrétaire général, gérant,
Prof. R. BLANCHARD.

IMP. LE BIGOT FRÈRES

ANNÉE 1900 N° 5.

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

LES COCCIDIES ET LEUR RÔLE PATHOGÈNE

PAR

RAPHAËL BLANCHARD

Professeur à la Faculté de médecine de Paris

Membre de l'Académie de médecine



PARIS

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Hôtel des Sociétés savantes (28, rue Serpente)

1900





SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

(RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE)

Hôtel des Sociétés savantes (*28, rue Serpente, Paris*)

Président pour 1900 : Professeur Y. DELAGE

La Société Zoologique de France publie chaque année trois volumes : le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Causeries scientifiques*.

Le *Bulletin* paraît tous les mois ; il reproduit les procès-verbaux des séances, ainsi que les travaux ne dépassant pas six pages et dépourvus de planches, mais pouvant être accompagnés de figures dans le texte.

Les *Mémoires* comprennent tous les travaux originaux plus étendus, accompagnés ou non de planches et de figures dans le texte.

Les *Causeries scientifiques* sont la reproduction de conférences faites à certaines séances sur des sujets fixés d'avance. Chaque *Causerie* est publiée séparément ; elle porte une double pagination, qui permet de réunir en un seul volume toutes les *Causeries* d'une même année.

Voici la liste des *Causeries* du premier semestre de 1900 :

25 Février. — Dr E. RACOVITZA, Membre de l'Expédition antarctique de la *Belgica* : *Vers le Pôle sud* (Conférence avec projections, faite dans l'Amphithéâtre Richelieu, à la Sorbonne).

13 Mars. — Dr R. BLANCHARD, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris : *Les Coccidies et leur rôle pathogène*.

27 Mars. — Dr H. COUTIÈRE, Professeur agrégé à l'École de Pharmacie de Paris : *Les Poissons nuisibles*.

10 Avril. — M. NEVEU-LEMAIRE, Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris : *L'Hématozoaire du paludisme*.

24 Avril. — VIGNON, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : *Les Cils vibratiles*.

8 Mai. — Dr J. GUIART, Chef de Travaux à la Faculté de Médecine de Paris : *Les Mollusques Tectibranches*.

22 Mai. — Dr P. PORTIER, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : *Influence de la pression sur les animaux*.

12 Juin. — L. PETIT, Naturaliste : *Leçon pratique de taxidermie*.

24 Juillet. — *Promenade zoologique à l'Exposition*.

Les Publications de la Société sont adressées gratuitement à tous les Membres.

Le nombre des Membres est illimité. Les Français et les Etrangers, sans distinction de sexe, peuvent en faire partie. Sont également admis à en faire partie les Sociétés scientifiques, les Associations, les Établissements publics ou privés, Bibliothèques, Musées, etc.

Il suffit, pour être admis, d'être présenté par deux Membres et agréé par la Société. Les Membres titulaires payent un droit d'entrée de 10 francs, en échange duquel ils reçoivent un diplôme de Membre de la Société ; ils payent en outre une cotisation annuelle de 20 francs. On peut s'affranchir de cette cotisation moyennant le versement d'une somme de 300 francs, qui donne le titre de Membre à vie. Moyennant une somme d'au moins 500 francs, on devient Membre donateur. Les Membres à vie et les Membres donateurs reçoivent en outre un certain nombre de volumes du *Bulletin* ou des *Mémoires*, conformément à une décision du Conseil.

Pour les demandes d'admission on est prié d'écrire au siège de la Société en adressant la lettre au Secrétaire général.

Le Secrétaire général adjoint,
Dr J. GUIART.

Le Secrétaire général, gérant,
Prof. R. BLANCHARD.

IMP. LE BIGOT FRÈRES

Année 1900 | N° 6.

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

VERS LE PÔLE SUD

CONFÉRENCE FAITE A LA SORBONNE SUR L'EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE, SON BUT, SES AVENTURES ET SES RÉSULTATS

PAR

ÉMILE G. RACOVITZA

Docteur ès-Sciences

Naturaliste de l'Expédition

(Avec 52 figures dans le texte).



PARIS

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Hôtel des Sociétés savantes (28, rue Serpente)

1900

Prix : 3 fr.





SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

(RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE)

Hôtel des Sociétés savantes (*28, rue Serpente, Paris*)

Président pour 1901 : Dr TROUESSART

La Société Zoologique de France publie chaque année trois volumes : le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Causeries scientifiques*.

Le *Bulletin* paraît tous les mois ; il reproduit les procès-verbaux des séances, ainsi que les travaux ne dépassant pas six pages et dépourvus de planches, mais pouvant être accompagnés de figures dans le texte.

Les *Mémoires* comprennent tous les travaux originaux plus étendus, accompagnés ou non de planches et de figures dans le texte.

Les *Causeries scientifiques* sont la reproduction de conférences faites à certaines séances sur des sujets fixés d'avance. Chaque *Causerie* est publiée séparément ; elle porte une double pagination, qui permet de réunir en un seul volume toutes les *Causeries* d'une même année.

Les Publications de la Société sont adressées gratuitement à tous les Membres.

Il suffit, pour être admis, d'être présenté par deux Membres et agréé par la Société. Les Membres titulaires payent un droit d'entrée de 10 francs, en échange duquel ils reçoivent un diplôme de Membre de la Société ; ils payent en outre une cotisation annuelle de 20 francs. On peut s'affranchir de cette cotisation moyennant le versement d'une somme de 300 francs, qui donne le titre de Membre à vie. Moyennant une somme d'au moins 500 francs, on devient Membre donateur. Les Membres à vie et les Membres donateurs reçoivent en outre un certain nombre de volumes du *Bulletin* ou des *Mémoires*, conformément à une décision du Conseil.

Pour les demandes d'admission on est prié d'écrire au siège de la Société en adressant la lettre au Secrétaire général.

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Première année, 1900

Les causeries publiées jusqu'à ce jour sont les suivantes :

1. M. NEVEU-LEMAIRE, préparateur à la Faculté de médecine de Paris : **L'hématozoaire du paludisme, pathologie, étiologie, prophylaxie,** in-8 de 24 pages avec 2 planches hors texte et 11 fig. dans le texte . . . . **1 fr. 75**
2. H. COUTIÈRE, professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris : **Les Poissons nuisibles,** in-8 de 12 pages . . . . **0 fr. 60**
3. P. VIGNON, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : **Les cils vibratiles,** in-8 de 40 pages avec 8 fig. dans le texte . . . . **1 fr. 25**
4. J. GUIART, Chef de travaux à la Faculté de Médecine de Paris : **Les Mollusques tectibranches,** in-8 de 56 pages avec 4 planches et 35 fig. dans le texte . . . . **3 fr. 50**
5. R. BLANCHARD, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine : **Les Coccidies et leur rôle pathogène,** in-8 de 40 pages, avec 12 figures dans le texte . . . . **1 fr. 75**
6. E. RACOVITZA, naturaliste de l'Expédition antarctique belge : **Vers le Pôle Sud** ; conférence faite à la Sorbonne sur l'Expédition antarctique belge, son but, ses aventures et ses résultats, in-8 de 70 pages avec 52 figures dans le texte . . . . **3 fr. »**

Les Causeries sont en vente à la **Société d'Editions scientifiques, 4, rue Antoine Dubois, Paris, 6e**. Toute personne achetant l'ensemble des fascicules publiés dans une même année aura droit à une remise de 20 % sur le prix total de ces fascicules.

Le Secrétaire général, gerant,

Dr J. GUIART.

IMP. LE BIGOT FRÈRES

Année 1900 N° 7.

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

LA NOTION DE FORCE

LE PRINCIPE DE L'ÉNERGIE ET LA BIOLOGIE GÉNÉRALE

A PROPOS D'UN LIVRE RÉCENT

PAR

P. VIGNON

Préparateur de zoologie à la Sorbonne



PARIS

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Hôtel des Sociétés savantes (28, rue Serpente)

1900

Prix : 1 fr. 25





SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

(RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE)

Hôtel des Sociétés savantes (*28, rue Serpente, Paris*)

Président pour 1901 : Dr TROUESSART

La Société Zoologique de France publie chaque année trois volumes : le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Causeries scientifiques*.

Le *Bulletin* paraît tous les mois ; il reproduit les procès-verbaux des séances, ainsi que les travaux ne dépassant pas six pages et dépourvus de planches, mais pouvant être accompagnés de figures dans le texte.

Les *Mémoires* comprennent tous les travaux originaux plus étendus, accompagnés ou non de planches et de figures dans le texte.

Les *Causeries scientifiques* sont la reproduction de conférences faites à certaines séances sur des sujets fixés d'avance. Chaque *Causerie* est publiée séparément ; elle porte une double pagination, qui permet de réunir en un seul volume toutes les *Causeries* d'une même année.

Les Publications de la Société sont adressées gratuitement à tous les Membres.

Il suffit, pour être admis, d'être présenté par deux Membres et agréé par la Société. Les Membres titulaires payent un droit d'entrée de 10 francs, en échange duquel ils reçoivent un diplôme de Membre de la Société ; ils payent en outre une cotisation annuelle de 20 francs. On peut s'affranchir de cette cotisation moyennant le versement d'une somme de 300 francs, qui donne le titre de Membre à vie. Moyennant une somme d'au moins 500 francs, on devient Membre donateur. Les Membres à vie et les Membres donateurs reçoivent en outre un certain nombre de volumes du *Bulletin* ou des *Mémoires*, conformément à une décision du Conseil.

Pour les demandes d'admission on est prié d'écrire au siège de la Société en adressant la lettre au Secrétaire général.

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Première année, 1900

Les causeries publiées jusqu'à ce jour sont les suivantes :

1. M. NEVEU-LEMAIRE, préparateur à la Faculté de médecine de Paris : **L'hématozoaire du paludisme, pathologie, étiologie, prophylaxie**, in-8 de 24 pages avec 2 planches hors texte et 11 fig. dans le texte . . . . **1 fr. 75**

2. H. COUTIÈRE, professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris : **Les Poissons nuisibles**, in-8 de 12 pages . . . . **0 fr. 60**

3. P. VIGNON, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : **Les cils vibratiles**, in-8 de 40 pages avec 8 fig. dans le texte . . . . **1 fr. 25**

4. J. GUIART, Chef de travaux à la Faculté de Médecine de Paris : **Les Mollusques tectibranches**, in-8 de 56 pages avec 4 planches et 35 fig. dans le texte . . . . **3 fr. 50**

5. R. BLANCHARD, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine : **Les Coccidies et leur rôle pathogène**, in-8 de 40 pages, avec 12 figures dans le texte . . . . **1 fr. 75**

6. E. RACOVITZA, naturaliste de l'Expédition antarctique belge : **Vers le Pôle Sud** ; conférence faite à la Sorbonne sur l'Expédition antarctique belge, son but, ses aventures et ses résultats, in-8 de 70 pages avec 52 figures dans le texte . . . . **3 fr. »**

7. P. VIGNON, préparateur de Zoologie à la Sorbonne : **La notion de force, le principe de l'énergie et la biologie générale, à propos d'un livre récent**, in-8° de 36 pages. **1 fr. 25**

Les Causeries sont en vente à la **Société d'Editions scientifiques, 4, rue Antoine Dubois, Paris, 6e.** Toute personne achetant l'ensemble des fascicules publiés dans une même année aura droit à une remise de 20 % sur le prix total de ces fascicules.

Le Secrétaire général, gérant,
Dr J. GUIART.

IMP. LE BIGOT FRÈRES

TOME I — N° 8

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

LES CÉCIDOZOAIRES ET LEURS CÉCIDIES

(avec deux planches en noir et une figure dans le texte)

PAR

Henri GADEAU DE KERVILLE



PARIS

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Hôtel des Sociétés savantes (28, rue Serpente)

1901

Prix : 2 fr.





SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

(RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE)

Hôtel des Sociétés savantes (28, *rue Serpente, Paris*)

Président pour 1901 : Dr TROUESSART

La Société Zoologique de France publie chaque année trois volumes : le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Causeries scientifiques*.

Le *Bulletin* paraît tous les mois ; il reproduit les procès-verbaux des séances, ainsi que les travaux ne dépassant pas six pages et dépourvus de planches, mais pouvant être accompagnés de figures dans le texte.

Les *Mémoires* comprennent tous les travaux originaux plus étendus, accompagnés ou non de planches et de figures dans le texte.

Les *Causeries scientifiques* sont la reproduction de conférences faites à certaines séances sur des sujets fixés d'avance. Chaque *Causerie* est publiée séparément ; elle porte une double pagination, qui permet de réunir en un seul volume chaque série de dix *Causeries*.

Les Publications de la Société sont adressées gratuitement à tous les Membres.

Il suffit, pour être admis, d'être présenté par deux Membres et agréé par la Société. Les Membres titulaires payent un droit d'entrée de 10 francs, en échange duquel ils reçoivent un diplôme de Membre de la Société ; ils payent en outre une cotisation annuelle de 20 francs. On peut s'affranchir de cette cotisation moyennant le versement d'une somme de 300 francs, qui donne le titre de Membre à vie. Moyennant une somme d'au moins 500 francs, on devient Membre donateur. Les Membres à vie et les Membres donateurs reçoivent en outre un certain nombre de volumes du *Bulletin* ou des *Mémoires*, conformément à une décision du Conseil.

Pour les demandes d'admission on est prié d'écrire au siège de la Société, en adressant la lettre au Secrétaire général.

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

Première année, 1900

Sous le nom de CAUSERIES SCIENTIFIQUES, la Société Zoologique de France a inauguré une série de conférences portant sur des sujets d'actualité. Ces conférences, faites exclusivement par et pour les membres de la Société, ont eu le plus grand succès. Elles méritent d'être connues du public et, dans ce but, la Société Zoologique de France en a confié le dépôt à la Société d'Editions scientifiques.

Chaque conférence est publiée à part et peut être achetée séparément. Une double pagination permet en outre de réunir en un volume chaque série de dix Causeries.

Les causeries publiées jusqu'à ce jour sont les suivantes :

1. M. NEVEU-LEMAIRE, préparateur à la Faculté de médecine de Paris : **L'hématozoaire du paludisme, pathologie, étiologie, prophylaxie**, in-8 de 24 pages avec 2 planches hors texte et 11 fig. dans le texte . . . . **1 fr. 75**
2. H. COUTIÈRE, professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris : **Les Poissons nuisibles**, in-8 de 12 pages . . . . **0 fr. 60**
3. P. VIGNON, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : **Les cils vibratiles**, in-8 de 40 pages avec 8 fig. dans le texte . . . . **1 fr. 25**
4. J. GUIART, Chef de travaux à la Faculté de Médecine de Paris : **Les Mollusques tectibranches**, in-8 de 56 pages avec 4 planches et 35 fig. dans le texte . . . . **3 fr. 50**
5. R. BLANCHARD, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine : **Les Coccidies et leur rôle pathogène**, in-8 de 40 pages, avec 12 figures dans le texte . . . . **1 fr. 75**
6. E. RACOVITZA, naturaliste de l'Expédition antarctique belge : **Vers le Pôle Sud** ; conférence faite à la Sorbonne sur l'Expédition antarctique belge, son but, ses aventures et ses résultats, in-8 de 70 pages avec 52 figures dans le texte . . . . **3 fr. »**
7. P. VIGNON, préparateur de Zoologie à la Sorbonne : **La notion de force, le principe de l'énergie et la biologie générale, à propos d'un livre récent**, in 8° de 36 pages. **1 fr. 25**

Les Causeries sont en vente à la **Société d'Éditions scientifiques, 4, rue Antoine Dubois, Paris, 6e**. Toute personne achetant l'ensemble des fascicules publiés dans une même année aura droit à une remise de 20 % sur le prix total de ces fascicules.

Le Secrétaire général, gérant,

Dr J. GUIART.

IMP. LE BIGOT FRÈRES

Tome I

N° 9

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

LES PAPILLONS

(avec une planche en couleur et dix figures dans le texte)

PAR

A. JANET



PARIS
SOCIETE D'ÉDITIONS SCIENTIFIQUES ET LITTÉRAIRES
F. R. DE RUDEVAL ET Cie
4, Rue Antoine Dubois (VIe)

1902

Prix : 2 fr.





SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

(RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE)

Hôtel des Sociétés savantes (*28, rue Serpente, Paris*)

Président pour 1902 : BAVAY.

La Société Zoologique de France publie chaque année trois volumes : le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Causeries scientifiques*.

Le *Bulletin* paraît tous les mois ; il reproduit les procès-verbaux des séances, ainsi que les travaux ne dépassant pas six pages et dépourvus de planches, mais pouvant être accompagnés de figures dans le texte.

Les *Mémoires* comprennent tous les travaux originaux plus étendus, accompagnés ou non de planches et de figures dans le texte.

Les *Causeries scientifiques* sont la reproduction de conférences faites à certaines séances sur des sujets fixés d'avance. Chaque *Causerie* est publiée séparément ; elle porte une double pagination, qui permet de réunir en un seul volume chaque série de dix *Causeries*.

Les Publications de la Société sont adressées gratuitement à tous les Membres.

Il suffit, pour être admis, d'être présenté par deux Membres et agréé par la Société. Les Membres titulaires payent un droit d'entrée de 10 francs, en échange duquel ils reçoivent un diplôme de Membre de la Société ; ils payent en outre une cotisation annuelle de 20 francs. On peut s'affranchir de cette cotisation moyennant le versement d'une somme de 300 francs, qui donne le titre de Membre à vie. Moyennant une somme d'au moins 500 francs, on devient Membre donateur. Les Membres à vie et les Membres donateurs reçoivent en outre un certain nombre de volumes du *Bulletin* ou des *Mémoires*, conformément à une décision du Conseil.

Pour les demandes d'admission on est prié d'écrire au siège de la Société, en adressant la lettre au Secrétaire général.

Causeries Scientifiques de la Société Zoologique de France

Sous le nom de CAUSERIES SCIENTIFIQUES, la Société Zoologique de France a inauguré une série de conférences portant sur des sujets d'actualité. Ces conférences, faites exclusivement par et pour les membres de la Société, ont eu le plus grand succès. Elles méritent d'être connues du public et, dans ce but, la Société Zoologique de France en a confié le dépôt à la Société d'Editions scientifiques et littéraires.

Chaque conférence est publiée à part et peut être achetée séparément. Une double pagination permet en outre de réunir en un volume chaque série de dix Causeries.

Les causeries publiées jusqu'à ce jour sont les suivantes :

1. M. NEVEU-LEMAIRE, préparateur à la Faculté de médecine de Paris : **L'hématozoaire du paludisme, pathologie, étiologie, prophylaxie,** in-8 de 24 pages avec 2 planches hors texte et 11 fig. dans le texte . . . . **1 fr. 75**

2. H. COUTIÈRE, professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris : **Les Poissons nuisibles,** in-8 de 12 pages . . . . **0 fr. 60**

3. P. VIGNON, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : **Les cils vibratiles,** in-8 de 40 pages avec 8 fig. dans le texte . . . . **1 fr. 25**

4. J. GUIART, Chef de travaux à la Faculté de Médecine de Paris : **Les Mollusques tectibranches,** in-8 de 56 pages avec 4 planches et 35 fig. dans le texte . . . . **3 fr. 50**

5. R. BLANCHARD, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine : **Les Coccidies et leur rôle pathogène,** in-8 de 40 pages, avec 12 figures dans le texte . . . . **1 fr. 75**

6. E. RACOVITZA, naturaliste de l'Expédition antarctique belge : **Vers le Pôle Sud** ; conférence faite à la Sorbonne sur l'Expédition antarctique belge, son but, ses aventures et ses résultats, in-8 de 70 pages avec 52 figures dans le texte . . . . **3 fr. »**

7. P. VIGNON, préparateur de Zoologie à la Sorbonne : **La notion de force, le principe de l'énergie et la biologie générale, à propos d'un livre récent,** in-8° de 36 pages. **1 fr. 25**

8. H. GADEAU DE KERVILLE : **Les Cécidozoaires et leurs Cécidies,** in-8 de 28 pages, avec 2 planches hors texte et 1 figure dans le texte . . . . **2 fr. »**

9. A. JANET : **Les Papillons**, in-8 de 42 pages, avec une planche double hors texte et 10 figures dans le texte . . . . **2 fr. »**

Les Causeries sont en vente à la **Société d'Éditions scientifiques et littéraires** (F. R. DE RUDEVAL et Cie), **4, rue Antoine Dubois, Paris, 6e**. Toute personne achetant l'ensemble des fascicules publiés dans une même année aura droit à une remise de 20 % sur le prix total de ces fascicules.

Le Secrétaire général, gérant,
Dr J. GUIART.

IMP. LE BIGOT FRÈRES

Tome I



N° 10

CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DE LA

SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

LA FAUNE DES MAMMIFÈRES

de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie

(avec 20 figures dans le texte)

PAR

le Dr E. TROUESSART

Ancien Président de la Société Zoologique de France



PARIS

F. R. de RUDEVAL, Imprimeur-Éditeur

4, Rue Antoine Dubois (VIe)

1905

Prix : 2 fr.





SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE

(RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE)

Hôtel des Sociétés savantes *(28, rue Serpente, Paris)*

Président pour 1905 : JOUBIN

La Société Zoologique de France publie chaque année trois volumes : le *Bulletin*, les *Mémoires* et les *Causeries scientifiques*.

Le *Bulletin* paraît tous les mois; il reproduit les procès-verbaux des séances, ainsi que les travaux ne dépassant pas six pages et dépourvus de planches, mais pouvant être accompagnés de figures dans le texte.

Les *Mémoires* comprennent tous les travaux originaux plus étendus, accompagnés ou non de planches et de figures dans le texte.

Les *Causeries scientifiques* sont la reproduction de conférences faites à certaines séances sur des sujets fixés d'avance Chaque *Causerie* est publiée séparément; elle porte une double pagination, qui permet de réunir en un seul volume chaque série de dix *Causeries*.

Les Publications de la Société sont adressées gratuitement à tous les Membres.

Il suffit pour être admis, d'être présenté par deux Membres et agréé par la Société. Les Membres titulaires payent un droit d'entrée de 10 francs, en échange duquel ils reçoivent un diplôme de Membre de la Société; ils payent en outre une cotisation annuelle de 20 francs. On peut s'affranchir de cette cotisation moyennant le versement d'une somme de 300 francs, qui donne le titre de Membre à vie. Moyennant une somme d'au moins 500 francs, on devient Membre donateur. Les Membres à vie et les Membres donateurs reçoivent en outre un certain nombre de volumes du *Bulletin* ou des *Mémoires*, conformément à une décision du Conseil.

Pour les demandes d'admission on est prié d'écrire au siège de la Société, en adressant la lettre au Secrétaire général.

Causeries Scientifiques de la Société Zoologique de France

Sous le nom de CAUSERIES SCIENTIFIQUES, la Société Zoologique de France a inauguré une série de conférences portant sur des sujets d'actualité. Ces conférences, faites exclusivement par et pour les membres de la Société, ont eu le plus grand succès. Elles méritent d'être connues du public et, dans ce but, la Société Zoologique de France nous en a confié le dépôt.

Chaque conférence est publiée à part et peut être achetée séparément. Une double pagination permet en outre de réunir en un volume chaque série de dix Causeries.

Les causeries publiées jusqu'à ce jour sont les suivantes :

1. M. NEVEU-LEMAIRE, préparateur à la Faculté de médecine de Paris : **L'Hématozoaire du paludisme, pathologie, étiologie, prophylaxie,** in-8 de 24 pages avec 2 planches hors texte et 11 fig. dans le texte .... **1 fr. 75**

2. H. COUTIÈRE professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris : **Les Poissons nuisibles,** in-8 de 42 pages .... **0 fr. 60**

3. P. VIGNON, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris : **Les cils vibratiles,** in-8 de 40 pages avec 8 fig. dans le texte .... **1 fr. 25**

4. J. GUIART, chef des travaux de la Faculté de Médecine de Paris : **Les Mollusques Tectibranches,** in-8 de 56 pages avec 4 planches et 35 fig. dans le texte........ **3 fr. 50**

5. R. BLANCHARD, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine : **Les Coccidies et leur rôle pathogène,** in-8 de 40 pages, avec 12 figures dans le texte .... **1 fr. 75**

6. E. RACOVITZA, naturaliste de l'Expédition antarctique belge : **Vers le Pôle Sud** ; conférence faite à la Sorbonne sur l'Expédition antarctique belge, son but, ses aventures et ses résultats, in-8 de 70 pages avec 52 figures dans le texte .... **3 fr. »**

7. P. VIGNON, préparateur de Zoologie à la Sorbonne : **La notion de force, le principe de l'énergie et la biologie générale, à propos d'un livre récent,** in-8° de 36 pages **1 fr 25**

8. H. GADEAU DE KERVILLE : **Les Cécidozaires et leurs Cécidies,** in-8 de 28 pages, avec 2 planches hors texte et 1 figure dans le texte .... **2 fr. »**

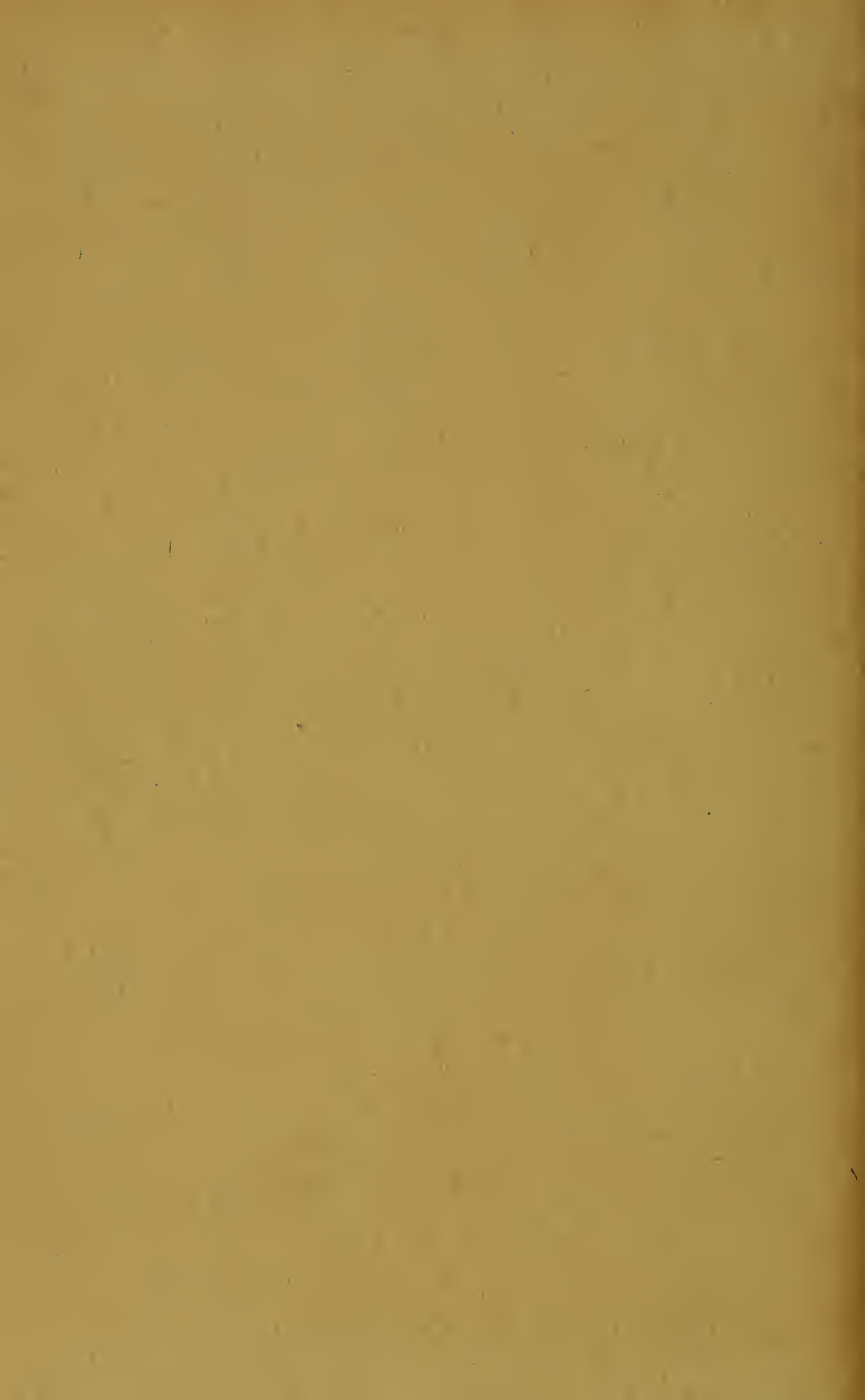
9. A. JANET : **Les Papillons,** in-8 de 42 pages, avec une planche double hors texte et 10 figures dans le texte .... **2 fr. »**

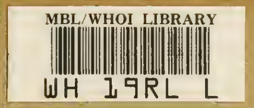
10. Dr TROUESSART : **La faune des Mammifères de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie,** in-8 de 57 pages, avec 20 figures dans le texte .... **2 fr. »**

Les Causeries sont en vente chez **F. R. DE RUDEVAL, Imprimeur-Editeur,** 4, Rue Antoine Dubois, PARIS. Toute personne achetant l'ensemble des fascicules publiés dans une même année aura droit à une remise de 20 % sur le prix total de ces fascicules.

Le Secrétaire général, gérant,
Dr J. GUIART.






MBL/WHOI LIBRARY
WH 19RL L

